ISSN 1859-4581

Tạp chí

NÔNG NGHIỆP & PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

Science and Technology Journal of Agriculture & Rural Development

MINISTRY OF AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT, VIETNAM

KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ VÀ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO LĨNH VỰC THUỶ LỢI - PHÒNG CHỐNG THIÊN TAI

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

Tháng 9

2023

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

Editorial Committee

1. CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG:

PHÙNG ĐỨC TIẾN

Bộ Nông nghiệp và PTNT

2. PHÓ CHỦ TỊCH KIÊM TỔNG THƯ KÝ HỘI ĐỒNG:

NGUYỄN THỊ THANH THỦY

Vụ Khoa học, Công nghệ và Môi trường - Tạp chí Nông nghiệp và PTNT

3. CÁC ỦY VIÊN:

NGUYỄN HỮU NINH
Vụ Khoa học, Công nghệ và Môi trường

TRẦN ĐÌNH LUÂN
Cục Thủy sản

VÕ ĐẠI HẢI
Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

TRẦN ĐÌNH HÒA
Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

PHẠM VĂN TOẢN
Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam

PHẠM ANH TUẤN
Viện Cơ điện nông nghiệp và Công nghệ sau thu hoạch

TRẦN CÔNG THẮNG
Viện Chính sách và Chiến lược phát triển nông nghiệp nông thôn

PHẠM DOÃN LÂN
Viện Chăn nuôi

TRỊNH MINH THỤ
Trường Đại học Thủy lợi

PHẠM VĂN ĐIỂN
Trường Đại học Lâm nghiệp

PHẠM VĂN CƯỜNG
Học viện Nông nghiệp Việt Nam

LÊ ANH TUẤN
Đại học Bách Khoa Hà Nội

TRẦN ĐĂNG HÒA
Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

NGUYỄN THANH PHƯƠNG
Trường Đại học Cần Thơ

BÙI HUY HIỀN
Hội Khoa học Đất Việt Nam

NGÔ XUÂN BÌNH
Ban Chủ nhiệm Chương trình công nghệ sinh học, Bộ Khoa học và Công nghệ

LÊ MẠNH HÙNG
Hội Khoa học và Kỹ thuật Thủy lợi thành phố Hồ Chí Minh

NGUYỄN VĂN CẢM
Hội Thú y Việt Nam

BÙI CHÍ BỬU
Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp miền Nam, Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam

TRẦN VĂN CHỨ
Trường Đại học Lâm nghiệp

PHẠM QUANG THU
Trung tâm Nghiên cứu Bảo vệ rừng, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

NGUYỄN DUY HOAN
Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Thái Nguyên

NGUYỄN VĂN THANH
Học viện Nông nghiệp Việt Nam

LÊ ĐỨC NGOAN
Hiệp hội thức ăn chăn nuôi Việt Nam

ĐỖ KIM CHUNG
Học viện Nông nghiệp Việt Nam

TẠP CHÍ

NÔNG NGHIỆP & PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

ISSN 1859 - 4581

NĂM THỨ HAI MƯƠI BA

SỐ ĐẶC BIỆT
KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ VÀ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO LĨNH VỰC THUỶ LỢI PHÒNG CHỐNG THIÊN TAI
Tháng 9/2023

TỔNG BIÊN TẬP
TS. NGUYỄN THỊ THANH THỦY
ĐT: 024.37711070

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
TS. DƯƠNG THANH HẢI
ĐT: 024.38345457

TOÀ SOẠN - TRỊ SỰ
Số 10 Nguyễn Công Hoan
Quận Ba Đình - Hà Nội
ĐT: 024.37711072
Fax: 024.37711073
E-mail: tapchinongnghiep@mard.gov.vn
Website:www.tapchinongnghiep.vn

VĂN PHÒNG ĐẠI DIỆN TẠP CHÍ TẠI PHÍA NAM
135 Pasteur
Quận 3 - TP. Hồ Chí Minh
ĐT/Fax: 028.38274089

Giấy phép số:
114/GP - BTTTT
Bộ Thông tin và Truyền thông
cấp ngày 6 tháng 4 năm 2023

Chế bản tại Tạp chí Nông nghiệp và PTNT. In tại Công ty CP Khoa học và Công nghệ Hoàng Quốc Việt

Phát hành qua mạng lưới Bưu điện Việt Nam; mã ấn phẩm C138; Hotline 1800.585855

MỤC LỤC

- TRẦN ĐÌNH HÒA, LÊ ANH ĐỨC, ĐỖ XUÂN CƯỜNG. Một số giải pháp khoa học - công nghệ mới được nghiên cứu ứng dụng cho hệ thống thủy lợi Cái Lớn - Cái Bé — 5-11
- ĐÀO NGỌC TUẤN, VŨ PHƯƠNG NAM, BÙI QUANG TUẤN, LÊ THANH HÀ, NGUYỄN THỊ THANH HOA. Xây dựng công nghệ khai thác sản phẩm dự báo các yếu tố thời tiết theo thời gian thực từ các mô hình dự báo toàn cầu phục vụ dự báo lũ lụt, vận hành hồ chứa, dự báo nguồn nước — 12-19
- NGUYỄN TUẤN ANH, DOÃN QUANG HUY. Chính sách phát triển thủy lợi nội đồng và tưới tiên tiến, tiết kiệm nước khi chuyển đổi từ lúa sang cây trồng có giá trị kinh tế cao ở vùng đồng bằng sông Cửu Long: Con đường phía trước — 20-27
- NGÔ ANH QUÂN, ĐỖ VIẾT THẮNG, NGUYỄN TIẾN TRUNG, TRẦN CHÍ THÀNH, NGUYỄN QUANG PHÚ. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm dùng vật liệu đất bùn cứng hóa để san nền thay cho cát tại tỉnh Cà Mau — 28-36
- NGUYỄN VĂN CHÍNH, NGUYỄN QUANG BÌNH, CHU VIỆT THỨC, NGUYỄN THANH TUẤN. Ứng dụng công nghệ khoan phụt natri - silicate để xử lý sự cố thấm công trình thủy lợi — 37-45
- TRẦN VĂN ĐẠT, PHẠM THỊ DIỆP, NGUYỄN TUẤN ANH. Khung hành động quản lý rủi ro trượt lở đất ở miền núi phía Bắc Việt Nam — 46-58
- TẠ ĐĂNG THUẦN, BÙI QUỐC LẬP. Một số vấn đề về nguy cơ sự cố môi trường do thiên tai gây ra trong lĩnh vực nông nghiệp, nông thôn ở Việt Nam — 59-66
- NGUYỄN LAN HƯƠNG, LÊ XUÂN KHÂM, BÙI QUANG CƯỜNG, BÙI NGỌC TUYẾN. Phân tích độ tin cậy tuyến đê sông Luộc tỉnh Hưng Yên theo phương pháp Monte Carlo — 67-76
- TRƯƠNG HỒNG SƠN, BÙI QUANG CƯỜNG, KHUẤT DUY PHƯỚC. Xây dựng phương pháp phân tích đa tiêu chí ứng dụng trong lựa chọn công nghệ xử lý nền đất yếu khi xây dựng đê ở vùng đồng bằng ven biển Bắc bộ — 77-86
- NGUYỄN THỊ BÍCH THỦY, BÙI HẢI NINH, NGUYỄN XUÂN PHÙNG, NGUYỄN VĂN ĐÀO. Cơ sở khoa học và thực tiễn đề xuất kế hoạch điều tiết nước các hồ thủy điện trên lưu vực sông Hồng trong mùa cạn đảm bảo tiết kiệm, hiệu quả — 87-95
- ĐINH XUÂN HÙNG, HOÀNG TIẾN THÀNH, HÀ THANH LÂN, NGUYỄN VĂN TUẤN, PHẠM CÔNG THÀNH, LƯƠNG TUẤN HIỆP. Ứng dụng công nghệ viễn thám trong giám sát, kiểm đếm nguồn nước hồ chứa — 96-105
- VŨ VĂN NGỌC, TẠ ĐỨC HẢI. Xây dựng bộ công cụ tính toán lan truyền sóng bằng mạng nơ ron nhân tạo ANN — 106-112
- NGUYỄN NGUYÊN HẰNG, MAI TRỌNG LUÂN, ĐẶNG NGỌC BÍCH. Đánh giá kết quả áp dụng mô hình giải pháp mềm bảo vệ bờ vùng cửa sông, ven biển bán đảo Cà Mau — 113-120

TẠP CHÍ

NÔNG NGHIỆP & PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

ISSN 1859 - 4581

NĂM THỨ HAI MƯƠI BA

SỐ ĐẶC BIỆT
KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ VÀ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO LĨNH VỰC THUỶ LỢI PHÒNG CHỐNG THIÊN TAI
Tháng 9/2023

TỔNG BIÊN TẬP
TS. NGUYỄN THỊ THANH THỦY
ĐT: 024.37711070

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
TS. DƯƠNG THANH HẢI
ĐT: 024.38345457

TOÀ SOẠN - TRỊ SỰ
Số 10 Nguyễn Công Hoan
Quận Ba Đình - Hà Nội
ĐT: 024.37711072
Fax: 024.37711073
E-mail: tapchinongnghiep@mard.gov.vn
Website:www.tapchinongnghiep.vn

VĂN PHÒNG ĐẠI DIỆN TẠP CHÍ TẠI PHÍA NAM
135 Pasteur
Quận 3 - TP. Hồ Chí Minh
ĐT/Fax: 028.38274089

Giấy phép số:
114/GP - BTTTT
Bộ Thông tin và Truyền thông
cấp ngày 6 tháng 4 năm 2023

Chế bản tại Tạp chí Nông nghiệp và PTNT. In tại Công ty CP Khoa học và Công nghệ Hoàng Quốc Việt

Phát hành qua mạng lưới Bưu điện Việt Nam; mã ấn phẩm C138; Hotline 1800.585855

- LÊ THANH CHƯƠNG, NGUYỄN BÌNH DƯƠNG, PHẠM VĂN HIỆP, NGUYỄN ĐỨC HÙNG, LƯƠNG THANH TÙNG, NGUYỄN CÔNG PHONG. Một số kết quả nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định bờ biển đoạn từ Sóc Trăng đến Mũi Cà Mau — 121-131
- NGUYỄN NGUYỆT MINH, ĐINH CÔNG SẢN, LÊ DUY TÚ, ĐỖ VĂN DƯƠNG, TRƯƠNG NGỌC ĐẠT. Nghiên cứu bố trí khe hở tối ưu cho dạng đê giảm sóng cọc ly tâm đá đổ ở vùng biển châu thổ bằng mô hình toán và mô hình vật lý — 132-143
- LÊ THỊ PHƯƠNG HỒNG, ĐINH NHẬT QUANG, HỒ SỸ TÂM. Tổng quan các phương pháp đánh giá bồi lắng hồ chứa — 144-154
- LƯƠNG NGỌC CHUNG, NGUYỄN VĂN TUẤN, PHẠM CÔNG THÀNH, NGUYỄN NGUYÊN HOÀN. Kết quả xây dựng bộ tiêu chí về công trình chuyển nước, liên kết nguồn nước: Nghiên cứu áp dụng cho trường hợp các tuyến chuyển nước tiềm năng vùng Bắc Trung bộ — 155-163
- LÊ VĂN THÌN, TRẦN ĐÌNH HÒA. Các phương pháp xác định nguy cơ lũ quét — 164-172
- LÊ THẾ HIẾU, NGUYỄN ĐĂNG HÀ, LÊ XUÂN QUANG, NGUYỄN XUÂN LÂM, LÊ HUY PHÚC. Nghiên cứu xác định bùn cát đến hồ Dầu Tiếng bằng phương pháp quan trắc bùn cát lơ lửng theo thời gian thực — 173-181
- NGUYỄN CHÍ THANH, VŨ LÊ MINH, TRẦN THỊ NGA, LUYỆN LÊ DIỆU LINH. Nghiên cứu áp dụng giải pháp tường chống tràn đê sông kết cấu dạng phai xốp bọc composite (VTC.FC.3020) — 182-189
- NGUYỄN THANH HẢI, TĂNG ĐỨC THẮNG, HÀ ĐỨC HẠNH, NGUYỄN VĂN HOẠT, ĐÀO VIỆT HƯNG, PHẠM NGỌC HẢI, PHẠM VĂN GIÁP, DƯƠNG THỊ THÙY DUNG, NGUYỄN TRỌNG HIÊN. Giải pháp và công nghệ mở thêm khoang cho cống tự động vùng triều đã có tại đồng bằng sông Cửu Long — 190-197
- VŨ NGỌC BÌNH. Giải pháp cấp nước sinh hoạt hiệu quả, bền vững tại đảo Hòn Ngang thuộc quần đảo Nam Du, tỉnh Kiên Giang — 198-207
- LƯƠNG NGỌC CHUNG, PHẠM CÔNG THÀNH, NGUYỄN NGUYÊN HOÀN, TRƯƠNG HỒNG SƠN. Nghiên cứu xây dựng các kịch bản điều tiết mực nước và lưu lượng trên dòng chính sông Cả phục vụ công tác quản lý và khai thác nguồn nước ở hạ du — 208-213
- LƯƠNG NGỌC CHUNG, LÊ THANH HÀ, PHẠM CÔNG THÀNH, NGUYỄN THỊ THANH HẰNG, LÊ THÚY CHIÊN, NGUYỄN TRUNG HIẾU. Đánh giá sự thay đổi dòng chảy bùn cát do ảnh hưởng các hồ chứa trên lưu vực sông Cả — 214-220
- ĐỖ XUÂN KHÁNH, NGUYỄN THU HIỀN. Đánh giá phân bố xói mòn đất và vận chuyển bùn cát trên lưu vực hồ chứa Pleikrong, tỉnh Kon Tum — 221-230

VIETNAM JOURNAL OF AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT
ISSN 1859 - 4581

THE TWENTY THIRD YEAR

Editor-in-Chief
Dr. NGUYEN THI THANH THUY
Tel: 024.37711070

Deputy Editor-in-Chief
Dr. DUONG THANH HAI
Tel: 024.38345457

Head-office
No 10 Nguyenconghoan
Badinh - Hanoi - Vietnam
Tel: 024.37711072
Fax: 024.37711073
E-mail: tapchinongnghiep@mard.gov.vn
Website:www.tapchinongnghiep.vn

Representative Office
135 Pasteur
Dist 3 - Hochiminh City
Tel/Fax: 028.38274089

Printing in Hoang Quoc Viet
technology and science
joint stock company

CONTENTS

- TRAN DINH HOA, LE ANH DUC, DO XUAN CUONG. Scientific and technological innovations studied and applied for Cai Lon - Cai Be irrigation system 5-11
- DAO NGOC TUAN, VU PHUONG NAM, BUI QUANG TUAN, LE THANH HA, NGUYEN THI THANH HOA. Building the technology to exploit the forcasting production in real time from global forecast models for flooding forecast, reservoir operation and water resources forecast 12-19
- NGUYEN TUAN ANH, DOAN QUANG HUY. Policies to develop small irrigation, in-field irrigation and advanced water-saving irrigation when converting from rice to crops with high economic value in the Mekong Delta - The way forward 20-27
- NGO ANH QUAN, DO VIET THANG, NGUYEN TIEN TRUNG, TRAN CHI THANH, NGUYEN QUANG PHU. The results of experimental research use stabilized dredging soil material to replace sand in Ca Mau province 28-36
- NGUYEN VAN CHINH, NGUYEN QUANG BINH, CHU VIET THUC, NGUYEN THANH TUAN. Design of silica sol-cement mixture for treatment of seepage problems of irrigation works 37-45
- TRAN VAN DAT, PHAM THI DIEP, NGUYEN TUAN ANH. Framework for management of landslides disaster risks in Northern mountainous region, Vietnam 46-58
- TA DANG THUAN, BUI QUOC LAP. Some issues about the risk of environmental accidents caused by disaster in agriculture rural in Vietnam 59-66
- NGUYEN LAN HUONG, LE XUAN KHAM, BUI QUANG CUONG, BUI NGOC TUYEN. Analysis the reliability of the Luoc river dike of Hung Yen province by the Monte Carlo method 67-76
- TRUONG HONG SON, BUI QUANG CUONG, KHUAT DUY PHUOC. Multi-criteria analysis for ground treatment technology selection in coastal dike construction on weak soils 77-86
- NGUYEN THI BICH THUY, BUI HAI NINH, NGUYEN XUAN PHUNG, NGUYEN VAN DAO. Scientific and practical basis for constituting a regulatory plan for hydropower reservoirs in the Red river basin to save water during the dry season 87-95
- DINH XUAN HUNG, HOANG TIEN THANH, HA THANH LAN, NGUYEN VAN TUAN, PHAM CONG THANH, LUONG TUAN HIEP. Application of remote sensing technologies in reservoir water monitoring and accounting 96-105
- VU VAN NGOC, TA DUC HAI. Introducing the artificial neural network (ANN) wave propagation calculation toolkit 106-112
- NGUYEN NGUYEN HANG, MAI TRONG LUAN, DANG NGOC BICH. Evaluating model results of soft solutions to protect the estuary and coastal areas of the Ca Mau peninsula 113-120

VIETNAM JOURNAL OF AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT
ISSN 1859 - 4581

THE TWENTY THIRD YEAR

Editor-in-Chief
Dr. NGUYEN THI THANH THUY
Tel: 024.37711070

Deputy Editor-in-Chief
Dr. DUONG THANH HAI
Tel: 024.38345457

Head-office
No 10 Nguyenconghoan
Badinh - Hanoi - Vietnam
Tel: 024.37711072
Fax: 024.37711073
E-mail: tapchinongnghiep@mard.gov.vn
Website:www.tapchinongnghiep.vn

Representative Office
135 Pasteur
Dist 3 - Hochiminh City
Tel/Fax: 028.38274089

Printing in Hoang Quoc Viet
technology and science
joint stock company

- LE THANH CHUONG, NGUYEN BINH DUONG, PHAM VAN HIEP, NGUYEN DUC HUNG, LUONG THANH TUNG, NGUYEN CONG PHONG. Major research results on reasonable solutions and technology to prevent erosion and stabilize the coast from Soc Trang to Ca Mau cape — 121-131
- NGUYEN NGUYET MINH, DINH CONG SAN, LE DUY TU, DO VAN DUONG, TRUONG NGOC DAT. Experimental and numerical modeling of pile-rock breakwater gap arrangement for optimal coastal erosion protection in deltaic coasts — 132-143
- LE THI PHUONG HONG, DINH NHAT QUANG, HO SY TAM. A review of methodology for reservor sedimentation assessment — 144-154
- LUONG NGOC CHUNG, NGUYEN VAN TUAN, PHAM CONG THANH, NGUYEN NGUYEN HOAN. Research for identifying weights to develop set of criteria for water transfer, water connection in the North Central region — 155-163
- LE VAN THIN, TRAN DINH HOA. Methods to determine the flash flood hazard — 164-172
- LE THE HIEU, NGUYEN DANG HA, LE XUAN QUANG, NGUYEN XUAN LAM, LE HUY PHUC. Research for determination of sands to Dau Tieng reservoir real time TSS observation method — 173-181
- NGUYEN CHI THANH, VU LE MINH, TRAN THI NGA, LUYEN LE DIEU LINH. Application of anti-overtopping using composite-coated foam panels for river dyke (VTC.FC.3020) — 182-189
- NGUYEN THANH HAI, TANG DUC THANG, HA DUC HANH, NGUYEN VAN HOAT, DAO VIET HUNG, PHAM NGOC HAI, PHAM VAN GIAP, DUONG THI THUY DUNG, NGUYEN TRONG HIEN. Solutions and technologies to expand sluice gates for existing automatic tidal sluices in the Mekong Delta region — 190-197
- VU NGOC BINH. Sustainable and efficient studies for domestic water supply at Hon Ngang island belong Nam Du archipelago, Kien Giang province — 198-207
- LUONG NGOC CHUNG, PHAM CONG THANH, NGUYEN NGUYEN HOAN, TRUONG HONG SON. Estimation of requirements on water levels and discharges serving water resources management and abstraction on the Ca river mainstream in low flow season — 208-213
- LUONG NGOC CHUNG, LE THANH HA, PHAM CONG THANH, NGUYEN THI THANH HANG, LE THUY CHIEN, NGUYEN TRUNG HIEU. Case study: Assessment of the sediment flow change by impact of reservoirs in the Ca river basin — 214-220
- DO XUAN KHANH, NGUYEN THU HIEN. Assessment of soil erosion distribution and sediment transportation in Pleikong reservoir catchment — 221-230

MỘT SỐ GIẢI PHÁP KHOA HỌC - CÔNG NGHỆ MỚI ĐƯỢC NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CHO HỆ THỐNG THỦY LỢI CÁI LỚN - CÁI BÉ

Trần Đình Hòa[1, *], Lê Anh Đức[1], Đỗ Xuân Cường[1]

TÓM TẮT

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là vùng đồng bằng lớn nhất Việt Nam, có ý nghĩa và tầm quan trọng đặc biệt đối với sự phát triển kinh tế, xã hội và an ninh quốc phòng của cả nước. Tuy nhiên, ĐBSCL là vùng chịu nhiều tác động bất lợi đan xen từ chính áp lực của sự phát triển nội vùng, ảnh hưởng của biến đổi khí hậu (BĐKH) toàn cầu và sự khai thác nguồn nước từ các quốc gia thượng nguồn sông Mê Kông. Dự án hệ thống thủy lợi Cái Lớn – Cái Bé (HTTL CLCB) giai đoạn 1 đã được đưa vào khai thác sử dụng từ ngày 18/3/2022. Đây là dự án thủy lợi có quy mô, vùng ảnh hưởng lớn nhất vùng ĐBSCL và trong khu vực Đông Nam Á (ĐNA). Triển khai xây dựng HTTL CLCB không chỉ là bước đột phá về giải pháp thủy lợi, phòng chống thiên tai cho vùng ĐBSCL mà còn có ý nghĩa khoa học và thực tiễn trong xây dựng công trình thủy lợi lớn, hiện đại mang tầm khu vực và thế giới. Nghiên cứu này giới thiệu một số kết quả nghiên cứu đổi mới, sáng tạo nổi bật trong quá trình thiết kế và xây dựng các hạng mục công trình thuộc HTTL CLCB.

Từ khóa: *Đồng bằng sông Cửu Long, công nghệ đập trụ đỡ, Cái Lớn - Cái Bé, thiên tai.*

1. HỆ THỐNG THỦY LỢI CÁI LỚN - CÁI BÉ TRONG TỔNG THỂ VÙNG ĐBSCL

1.1. Giới thiệu chung

Vùng ĐBSCL có diện tích khoảng 3,94 triệu ha, chiếm khoảng 5% diện tích lưu vực sông Mê Kông, 12% diện tích Việt Nam. Điều kiện tự nhiên của vùng này khá đặc biệt. Tổng lượng dòng chảy trung bình năm xấp xỉ 475 tỷ m^3, chiếm khoảng 56% tổng lượng nước trên lãnh thổ Việt Nam; mùa mưa kéo dài từ tháng 6 - 11 (chiếm 70 - 85%), mùa khô từ tháng 12 - 5 (chiếm 10 - 25%). Hệ thống mạng lưới sông, kênh, rạch khá dày đặc và đa số liên thông với nhau. Đây là vùng châu thổ chịu ảnh hưởng đồng thời chế độ triều biển Tây và biển Đông [1].

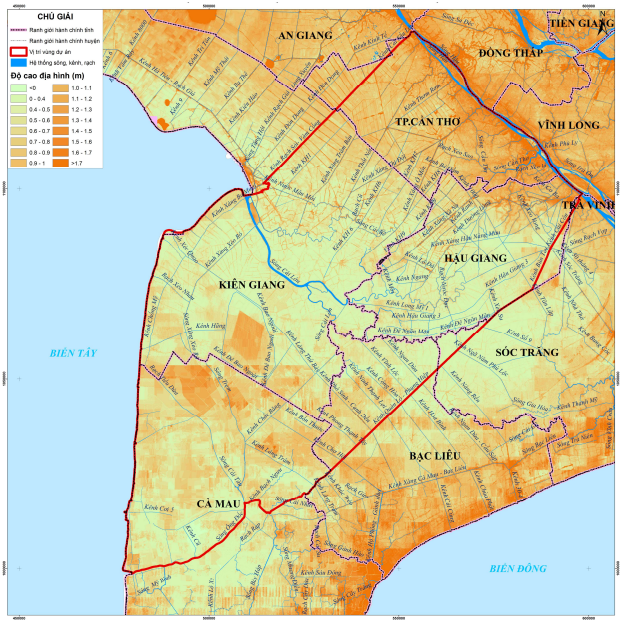
Dân số của vùng vào khoảng 20 triệu người. Sản lượng về sản phẩm nông nghiệp của vùng đóng góp tỷ lệ cao so với tổng sản phẩm của cả nước, giá trị sản xuất nông nghiệp tại vùng ĐBSCL chiếm khoảng 40%, sản lượng lúa gạo của vùng chiếm 50%, sản lượng thuỷ sản chiếm 65%, sản lượng trái cây chiếm 70%, lượng gạo xuất khẩu chiếm tới 90% tổng lượng gạo xuất khẩu của cả nước [2].

Dự án HTTL CLCB nằm ở phía Tây ĐBSCL, được giới hạn bởi: Phía Bắc là kênh Cái Sắn; phía Nam và Đông Nam là kênh Quản Lộ - Phụng Hiệp; phía Đông Bắc là sông Hậu và phía Tây là Biển Tây. Tổng diện tích đất tự nhiên vùng chịu ảnh hưởng của dự án vào khoảng 909.248 ha, trên địa bàn của 6 tỉnh/thành phố: Hậu Giang, Kiên Giang, Cà Mau, Sóc Trăng, Bạc Liêu và thành phố Cần Thơ (Hình 1). Vùng dự án chịu tác động của 2 chế độ thủy triều biển Tây và biển Đông có biên độ khác nhau (triều biển Đông là bán nhật triều, biên độ dao động 3,5 - 4 m; triều biển Tây thiên về nhật triều, biên độ dao động 1 - 1,2 m) nên tạo ra một khu vực giáp nước tại trung tâm, ngoài ra địa hình thấp (cao độ <0,5 m chiếm 52% diện tích vùng dự án), xung quanh cao, ở giữa thấp tạo thành lòng chảo, trũng gây khó tiêu thoát, thường bị ngập úng khi mưa lớn, lũ lớn và triều cường cao (Hình 2). Nguồn nước ngọt được lấy từ sông Hậu và tích trữ nước trên sông, hồ vào mùa mưa. Đa số dân cư vùng dự án sống bằng nghề nông, lâm nghiệp và thủy sản, với lao động thủ công là chủ yếu [3].

[1] Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam
* Email: tranhoa08@vawr.org.vn



Hình 1. Vị trí vùng dự án HTTL CLCB



Hình 2. Địa hình vùng dự án

Vùng ĐBSCL là một vùng sông nước rộng lớn, gắn bó chặt chẽ với sự biến động nguồn nước. Có thể nói, nước là nền tảng của sự phát triển đối với vùng đất này.

1.2. Thực trạng và thách thức đối với vùng ĐBSCL

Hiện nay, ở ĐBSCL đang hình thành rõ nét nhất với 3 hệ sinh thái và đi cùng với nó là 3 mô hình sản xuất chính thích ứng với từng hệ sinh thái [4].

+ Hệ sinh thái nước mặn: Mô hình sản xuất chủ yếu là nuôi trồng thủy sản.

+ Hệ sinh thái mặn, ngọt luân phiên và nước lợ: mô hình sản xuất chủ yếu là tôm – lúa.

+ Hệ sinh thái nước ngọt: Mô hình sản xuất chủ yếu là trồng lúa, rau màu và cây ăn trái.

Thực tế cho thấy, các mô hình sản xuất đã cơ bản tận dụng được lợi thế tài nguyên nguồn nước (ngọt, mặn), tài nguyên đất, các mô hình sản xuất này là phù hợp, thích ứng với các hệ sinh thái tự nhiên. Tuy nhiên, vùng ĐBSCL nói chung và vùng dự án HTTL CLCB nói riêng đã và đang phải đối mặt với nhiều thách thức và tác động bất lợi. Có thể tổng hợp lại thành 3 nhóm thách thức và tác động bất lợi: (i) thách thức, tác động từ nội tại; (ii) thách thức, tác động từ phía biển và biến đổi khí hậu (BĐKH); (iii) thách thức, tác động từ sự gia tăng sử dụng và quản lý nguồn nước của các quốc gia thượng nguồn.

Các tác động này đã gây ra 2 vấn đề lớn đối với vùng ĐBSCL nói chung và vùng dự án HTTL CLCB nói riêng.

Một là, gây nên sự bấp bênh, mất ổn định trong sản xuất nông nghiệp. Thời tiết cực đoan, diễn biến bất thường, xâm nhập mặn… không tuân theo quy luật, suy giảm nguồn nước ngọt do mất cân đối về mùa mưa, chế độ dòng chảy bị đảo lộn do sự điều tiết của các quốc gia thượng nguồn làm cho kế hoạch sản xuất của người dân luôn bị động. Riêng vùng Tây sông Hậu (vùng sản xuất theo hệ sinh thái ngọt là chủ đạo) thường bị nhiễm mặn (tần suất khoảng 50%) và thiếu ngọt. Đối với vùng sản xuất theo hệ sinh thái mặn, khi độ mặn quá cao đã gây thiệt hại lớn về năng suất chất lượng thủy sản, người dân đã khai thác nước ngầm để pha loãng làm cho tình trạng lún sụt đất gia tăng trên toàn đồng bằng. Còn đối với vùng sinh thái mặn - ngọt luân phiên, chất lượng nguồn nước biến động nhanh và mạnh khi cần nước ngọt cho lúa thì lại bị mặn, khi cần nước mặn thích hợp để nuôi tôm thì độ mặn có khi lại quá cao đã ảnh hưởng rất lớn đến sinh kế của người dân.

Hai là, bị động trong phòng tránh, giảm nhẹ rủi ro thiên tai. Xâm nhập mặn ở ĐBSCL khó kiểm soát, về mùa mưa tập trung với cường độ cao, kết hợp với lún sụt đất, triều cường, nước biển dâng sẽ gây ngập úng nặng nề. Thiệt hại do thiên tai (lũ, hạn, mặn, lốc xoáy) những năm vừa qua đối với

ĐBSCL nói chung và vùng dự án nói riêng là rất lớn.

1.3. Quan điểm, định hướng giải pháp phát triển bền vững vùng ĐBSCL

Như vậy, vấn đề cấp bách đặt ra là cần thiết phải có các giải pháp nhằm chủ động kiểm soát được nguồn nước. Trọng tâm là phải giải quyết được 2 vấn đề:

(1) Chủ động hỗ trợ kịp thời cho người dân ổn định sản xuất và đời sống theo các mô hình sản xuất (mặn, mặn – ngọt, ngọt) phù hợp với hệ sinh thái tự nhiên (khắc phục tình trạng bấp bênh).

(2) Chủ động thích ứng với BĐKH, phòng tránh và giảm nhẹ rủi ro thiên tai (ngập lụt, xâm nhập mặn).

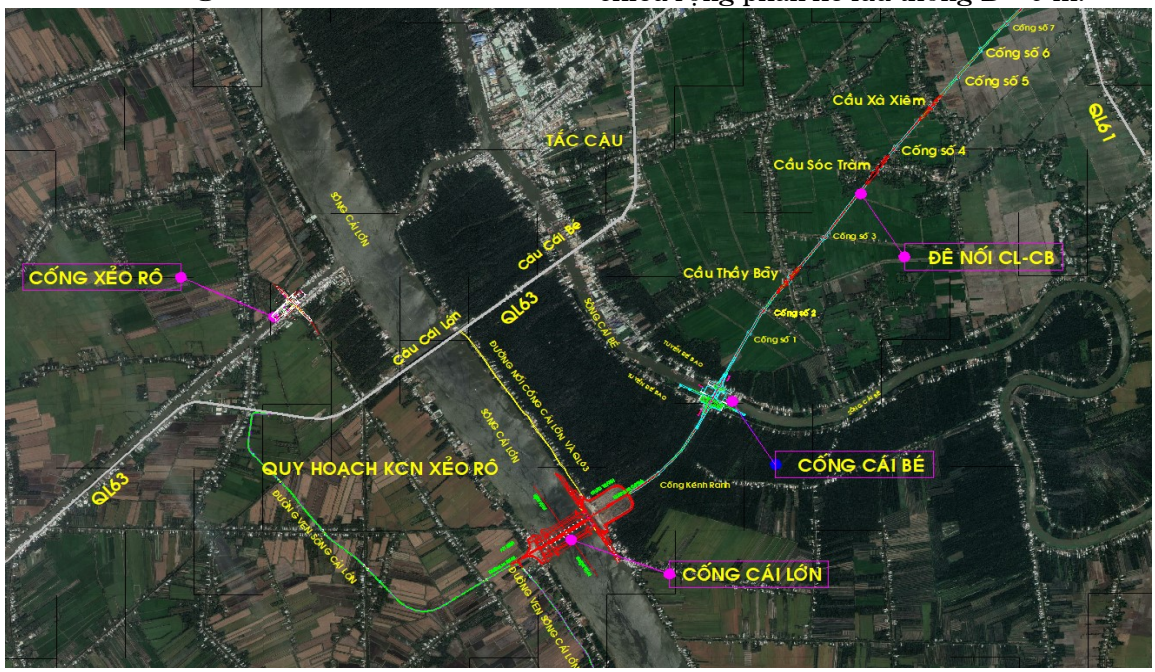
Trong bối cảnh đó, dự án HTTL CLCB giai đoạn 1 được xây dựng đã chủ động kiểm soát nguồn nước (mặn, ngọt) phục vụ sản xuất cho 6 tỉnh/thành với tổng diện tích 384.120 ha. Đồng thời, góp phần chủ động phòng tránh thiên tai, thích ứng với BĐKH, kết hợp phát triển cơ sở hạ tầng giao thông bộ, tạo điều kiện thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội cho vùng dự án nói riêng và vùng ĐBSCL nói chung.

2. CÁC HẠNG MỤC CÔNG TRÌNH THUỘC HTTL CLCB

Dự án HTTT CLCB giai đoạn 1 được đầu tư xây dựng với các hạng mục công trình chính bao gồm: Cống Cái Lớn, cống Cái Bé, cống Xẻo Rô, đường nối cống Cái Lớn với cống Cái Bé và quốc lộ 63 (Hình 3). Trong đó, công trình cống Cái Lớn là công trình ngăn sông lớn nhất khu vực Đông Nam Á về quy mô, kết cấu công trình.

+ Công trình cống Cái Lớn được xây dựng trên lòng sông Cái Lớn, cách cầu Cái Lớn 2,1 km về phía sông Hậu. Chiều rộng lòng sông tại vị trí xây dựng 550 m; cao trình đáy sông chỗ sâu nhất (-8,5). Cống có 11 khoang rộng 40 m, cao trình ngưỡng cống (-3,50) - (-6,50), 1 khoang âu thuyền rộng 15 m theo cấp đường thủy nội địa cấp 2; cầu trên cống có 17 nhịp cầu 44 m tải trọng HL93, chiều rộng phần xe lưu thông B = 9 m.

+ Công trình cống Cái Bé được xây dựng trên lòng sông Cái Bé, cách cầu Cái Bé 1,9 km về phía sông Hậu. Chiều rộng lòng sông tại vị trí xây dựng 110 m; cao trình đáy sông chỗ sâu nhất (-6,5). Cống có 2 khoang rộng 35 m, cao trình ngưỡng (-5,0), một khoang âu thuyền rộng 15 m theo cấp đường thủy nội địa cấp 2; cầu trên cống có tải trọng HL93, chiều rộng phần xe lưu thông B = 9 m.



Hình 3. Sơ đồ bố trí công trình dự án HTTL CLCB

+ Công trình cống Xẻo Rô được xây dựng trên lòng kênh Xẻo Rô, cách cửa kênh Xẻo Rô (giao với sông Cái Lớn) 550 m. Chiều rộng kênh 60 m. Cống gồm 1 khoang thông thuyền chiều rộng thông nước 31 m, chiều dài hữu ích buồng âu 100 m, cao trình ngưỡng (-4,00) ở giữa và 2 khoang lấy nước ở hai bên rộng 5 m. Đây là công trình cống kết hợp âu thuyền với cấp đường thủy nội địa cấp 3.

3. MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU, ĐỔI MỚI SÁNG TẠO CÁC GIẢI PHÁP, CÔNG NGHỆ MỚI TRONG DỰ ÁN HTTL CLCB

3.1. Nghiên cứu lựa chọn giải pháp, công nghệ xây dựng công trình

3.1.1. Những khó khăn, yêu cầu đặt ra đối với cống Cái Lớn và cống Xẻo Rô

Đối với công trình cống Cái Lớn, xây dựng trên lòng sông tại vị trí sông có chiều rộng 550 m, đáy sông (-8,5), sử dụng công nghệ truyền thống với phương án dẫn dòng qua lòng sông thu hẹp sẽ phải xây dựng đê quây dọc ngang trong nước chiều cao đắp hơn 10 m, trên nền địa chất công trình mềm yếu, phải đắp với khối lượng đất đắp và kết cấu lớn làm tăng chi phí đầu tư xây dựng công trình, ảnh hưởng đến lưu thông khi nhu cầu giao thông thủy trên sông hàng ngày rất cao; việc tạo mặt bằng thi công hoặc đào kênh dẫn dòng dẫn đến phạm vi giải phóng mặt bằng rất rộng lớn, đồng thời yêu cầu về dòng chảy, trao đổi nguồn nước mặn, ngọt phải đảm bảo thường xuyên với lưu lượng rất lớn và quy trình phức tạp.

Đối với công trình cống Xẻo Rô, mặc dù bề rộng thoát nước nhỏ hơn so với cống Cái Lớn, nhưng tại vị trí xây dựng công trình có rất nhiều nhà ở của người dân đã được xây dựng ổn định ngay sát bờ sông, không còn không gian cho việc dẫn dòng hay mở rộng dòng chảy. Cụ thể, nếu sử dụng giải pháp truyền thống sẽ phải di dời 54 hộ dân dọc 2 bên bờ kênh và lân cận giá trị đền bù ước tính 53 tỷ đồng. Trong khi đó, yêu cầu phải đảm bảo giao thông thủy qua sông và lưu thông dòng chảy phục vụ sản xuất hàng ngày khá lớn. Bên cạnh đó, yêu cầu về tiến độ thi công đối với công trình này không được kéo dài quá 15 tháng. Vì vậy, nếu công tác di dân, giải phóng mặt bằng không đảm bảo thì sẽ không thể hoàn thành tiến độ xây dựng công trình.

Đây là các yếu tố hết sức bất lợi cho công việc xây dựng công trình ngăn sông theo công nghệ truyền thống nếu áp dụng cho công trình cống Cái Lớn và cống Xẻo Rô.

3.1.2. Nghiên cứu áp dụng các giải pháp công nghệ xây dựng mới

Đơn vị tư vấn (Viện Thủy Công, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam là đại diện liên danh) đã nghiên cứu đề xuất áp dụng nhiều giải pháp công nghệ mới nhằm khắc phục các khó khăn nêu trên. Ngoài công nghệ ngăn sông đập trụ đỡ của Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam đã được Bộ Khoa học và Công nghệ cấp bản quyền sáng chế, còn có các giải pháp công nghệ mới, lần đầu tiên được nghiên cứu áp dụng như: Giải pháp tường tiêu năng thượng, hạ lưu cống Cái Lớn, giải pháp công trình cống kết hợp âu thuyền cống Xẻo Rô, giải pháp cửa van âu thuyền cống Xẻo Rô là các giải pháp, công nghệ lần đầu tiên được áp dụng vào thực tế đã mang lại hiệu quả rất lớn cho công trình. Trong đó, kết cấu cửa van âu thuyền kết hợp cống kiểm soát nguồn nước cống Xẻo Rô là giải pháp công nghệ đặc biệt, đã được nghiên cứu rất kỹ, các chuyên gia phản biện rất sâu, là giải pháp kết cấu lần đầu tiên được áp dụng trên thế giới (Hình 4).



Hình 4. Kết cấu cửa van kiểu mới - cống kết hợp âu thuyền cống Xẻo Rô

Ngoài ra, các tiến bộ khoa học công nghệ mới, hiện đại cũng đã được nghiên cứu tích hợp vào các nội dung, hạng mục công trình như: Hệ thống SCADA phục vụ quan trắc, giám sát độ an toàn, ổn định của công trình; giám sát mực nước, chất lượng nước ở các điểm khống chế trên phạm vi toàn vùng hưởng lợi của dự án; chế độ giám sát và vận hành đóng mở cửa cống tự động và bán tự động... Tất cả các tham số này đã hỗ trợ cho việc xây dựng quy trình và vận hành hệ thống nhằm "kiểm soát nguồn nước" một cách chủ động, phục vụ sản xuất, phát triển bền vững kinh tế xã hội.

3.1.3. Bố trí phương án kết cấu công trình cho cống Cái Lớn và cống Xẻo Rô

- Công trình cống Cái Lớn

Cống được xây dựng theo công nghệ đập trụ đỡ với quy mô, kết cấu chính của cống như sau: Tổng chiều rộng thông nước Bc = 455 m, gồm 11 khoang cống, mỗi khoang có chiều rộng thông nước B = 40 m; chống thấm qua nền, mang công trình bằng 1 hàng cừ thép; gia cố lòng dẫn thượng hạ lưu cống bằng rọ đá dày 0,3 - 1,0 m (bên dưới có lớp vải địa kỹ thuật); kè bảo vệ bờ thượng, hạ lưu cống bằng cừ bê tông cốt thép (BTCT) dự ứng lực; các cánh cửa van phẳng bằng thép (bề rộng thoát nước B = 40, chiều cao từ 5,5 m – 9 m), đóng mở thẳng đứng bằng xi lanh thủy lực; một âu thuyền có chiều rộng B = 15 m, buồng âu dài 130 m; cửa van kiểu chữ nhất bằng thép đóng mở bằng xi lanh thủy lực; cầu trên cống bằng BTCT, tải trọng HL93, chiều rộng lưu thông B = 9 m (Hình 5).



Hình 5. Tổng thể công trình cống Cái Lớn

- Công trình cống Xẻo Rô



Hình 6. Công trình cống Xẻo Rô khi hoàn thành

Quy mô, kết cấu chính của cống (Hình 6) gồm có 1 khoang thông thuyền ở giữa và 2 khoang lấy nước ở hai bên; thân cống dài 30 m; bản đáy liên kết cứng với các tường biên khoang thông thuyền, khoang lấy nước; chống thấm qua đáy cống bằng 1 hàng cừ larsen IV L = 8 m. Đối với khoang thông thuyền, kết cấu gồm hai cống hở tại hai đầu âu, phần buồng âu và phạm vi neo đậu tàu; chiều rộng thông nước B = 31 m; cửa van phẳng kiểu chữ nhân bằng thép, cao trình đỉnh cửa (+ 2,50 m), cao trình đáy cửa (-4,0); đóng mở bằng xilanh thủy lực.

3.2. Đánh giá sơ bộ hiệu quả của giải pháp công nghệ xây dựng mới

Nếu áp dụng công nghệ truyền thống để xây dựng cống Cái Lớn và cống Xẻo Ro sẽ gặp rất nhiều bất lợi.

+ Về yêu cầu mặt bằng phục vụ cho công tác xây dựng: Phải di dân, giải phóng mặt bằng ít nhất 2 xã và hàng nghìn hộ dân bị ảnh hưởng. Điều này sẽ dẫn đến rất nhiều hệ lụy về đời sống, văn hóa, chính trị và xã hội.

+ Về thời gian thi công xây dựng tổng thể công trình: Sẽ kéo dài thời gian, tính riêng việc đắp đê quây dẫn dòng thi công phải mất khoảng 2 năm.

+ Về đáp ứng yêu cầu đối với dòng chảy trên sông: Giao thông thủy bị ảnh hưởng, lưu chuyển dòng chảy (mặn, ngọt) qua lại trên sông bị ảnh hưởng rất lớn, môi trường, hệ sinh thái trong quá trình thi công sẽ không thể đáp ứng được như hiện tại, sẽ bị ảnh hưởng rất lớn, thậm chí làm thay đổi so với hiện trạng do bị co hẹp lòng dẫn trong quá trình thi công (hoặc phải đi tuyến dẫn dòng thi công).

+ Về giá thành xây dựng công trình: Kinh phí đầu tư sẽ tăng lên rất lớn.

Khi áp dụng các giải pháp, công nghệ mới thì những bất lợi chính nêu trên đều được giải quyết một cách triệt để, việc thi công, xây dựng còn rất chủ động, ít bị phụ thuộc, ảnh hưởng bởi thời tiết. Do vậy, có thể nói đây là những ưu điểm nổi bật nhất của các công nghệ mới khi áp dụng cho xây dựng các công trình ngăn sông ở vùng ĐBSCL.

Việc áp dụng công nghệ mới để xây dựng công trình cống Cái Lớn và cống Xẻo Rô đã mang lại hiệu quả to lớn trên nhiều phương diện và tháo gỡ được nhiều vấn đề khó khăn khác. Công nghệ mới được thực hiện ngay trên lòng sông nên không cần đào kênh dẫn dòng thi công, giảm thiểu công tác đền bù, giải phóng mặt bằng; thời gian thi công sẽ được rút ngắn còn khoảng một nửa so với công nghệ truyền thống (nhanh hơn 2 năm); trong quá trình thi công vẫn đảm bảo giao thông thủy, duy trì dòng chảy (mặn, ngọt) và thoát lũ... Tất cả những thuận lợi và ưu việt nói trên đã góp phần rất quan trọng trong việc giảm giá chi phí đầu tư xây dựng công trình, tiết kiệm ngân sách nhà nước từ 20 - 30% chi phí đầu tư khoảng 500 tỷ đồng. Bên cạnh đó, khi xây dựng công trình ngăn sông theo công nghệ mới, thường được mở rộng khẩu độ thoát nước như ban đầu, nên sau khi xây dựng vẫn sẽ đảm bảo duy trì trạng thái dòng sông tự nhiên. Đây là vấn đề rất quan trọng, có ý nghĩa to lớn nhằm đảm bảo tính "thuận thiên" khi đầu tư, xây dựng và phát triển kinh tế xã hội ở vùng ĐBSCL.

4. KẾT LUẬN

ĐBSCL là vùng rất quan trọng về các mặt kinh tế, chính trị, an ninh quốc phòng, là vùng có đóng góp rất lớn trong sự nghiệp xây dựng và phát triển đất nước. Tuy nhiên, đây cũng là vùng rất nhạy cảm trước các biến động của tự nhiên. ĐBSCL gắn bó chặt chẽ với nước, phải coi nước như là nền tảng của sự phát triển. Để hướng tới sự phát triển bền vững, bên cạnh yếu tố con người, chúng ta phải lấy nhân tố nguồn nước làm trung tâm. Việc thay đổi tư duy từ "ngăn mặn, giữ ngọt" thành "chủ động kiểm nguồn nước" là một sự thay đổi rất quan trọng. Trong nhiều trường hợp yếu tố "nhân tai" sinh ra từ việc khai thác, sử dụng nguồn nước không theo quy luật của các quốc gia thượng nguồn còn khốc liệt hơn cả "thiên tai" đối với ĐBSCL. Do đó, nhằm hướng tới phát triển bền vững đối với ĐBSCL, vấn đề "chủ động kiểm soát nguồn nước" là một giải pháp căn cơ cần được xem xét một cách thận trọng, khách quan và khoa học. Dự án HTTL CLCB là một trong những dự án quan trọng góp phần hạn chế các tác động bất lợi, ổn định sản xuất nhằm hướng đến sự phát triển bền vững.

Trong sự thành công chung của dự án, có đóng góp rất lớn, mang tính then chốt của việc ứng dụng, áp dụng các các giải pháp khoa học, công nghệ tiên tiến, hiện đại do các nhà khoa học Việt Nam đề xuất nhưng mang tầm quốc tế. Trong đó, có những giải pháp công nghệ lần đầu tiên trên thế giới được ứng dụng vào thực tế như kết cấu cửa van âu thuyền kết hợp cống kiểm soát nguồn nước cho cống Xẻo Rô. Các giải pháp khoa học công nghệ này đã góp phần đẩy nhanh tiến độ xây dựng, sớm đưa công trình vào khai thác sử dụng; tiết kiệm được quỹ đất sản xuất và sinh kế người dân; giảm thiểu tác động đến đời sống người dân cũng như đến môi trường, hệ sinh thái; đặc biệt là đảm bảo tính kinh tế - kỹ thuật, ổn định xã hội và an toàn môi trường tự nhiên của khu vực trong suốt quá trình xây dựng; đảm bảo yêu cầu "thuận thiên" trong xây dựng công trình.

Thành công của HTTL CLCB mở ra triển vọng cho tương lai trong việc nghiên cứu triển khai các hệ thống công trình ngăn sông lớn, thuộc hệ thống sông Cửu Long, sông Hồng để chủ động nguồn nước, bảo vệ vùng ĐBSCL và đồng bằng sông Hồng trước tình trạng nước biển dâng, thụt lún và các tác động bất lợi khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tô Quang Toản (2016). *Nghiên cứu đánh giá tác động của các bậc thang thủy điện trên dòng chính hạ lưu sông Mê Kông đến dòng chảy, môi trường, kinh tế xã hội vùng đồng bằng sông Cửu Long và đề xuất giải pháp giảm thiểu bất lợi*, Báo cáo tổng hợp kết quả nghiên cứu đề tài cấp Quốc gia (KC08.13/11-15), Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.

2. Chính phủ (2017). Nghị quyết 120/NQ-CP *về phát triển bền vững đồng bằng sông Cửu Long thích ứng với biến đổi khí hậu*.

3. Viện Thủy công, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, Tổng Công ty tư vấn thủy lợi 2 (2018). Hồ sơ thiết kế dự án hệ thống thủy lợi Cái Lớn – Cái Bé giai đoạn 1.

4. Tăng Đức Thắng (2017). *Nghiên cứu đề xuất các giải pháp thủy lợi phục vụ sản xuất lúa vụ thu đông ở đồng bằng sông Cửu Long*, Báo cáo tổng hợp kết quả nghiên cứu đề tài cấp Quốc gia (ĐTĐL.2012-T/25), Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.

SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL INNOVATIONS STUDIED AND APPLIED FOR CAI LON - CAI BE IRRIGATION SYSTEM

Tran Dinh Hoa[1], Le Anh Duc[1], Do Xuan Cuong[1]

[1]Vietnam Academy for Water Resources

Summary

Mekong Delta is the largest delta in Vietnam, which plays a significant and important role for economic, social development and national security. However, the Mekong Delta is subject to many adverse impacts induced from the pressure of internal development, impact of climate change and exploitation of water resources from the upper riparian countries. The Cai Lon – Cai Be irrigation system project (HTTL CLCB) phase 1 has been operational since March 18, 2022. This is the largest scale irrigation project which influences the biggest area in the Mekong Delta and Southeast Asia as well. The construction of HTTL CLCB is not only a breakthrough in irrigation and disaster prevention interventions for the Mekong Delta but also has scientific and practical significance in the construction of large scale and modern irrigation projects complying with regional and global norms. This study introduces some outstanding research innovation during designing and implementing the physical works of HTTL CLCB.

Keywords: *Mekong Delta, pillar dam, disaster, Cai Lon-Cai Be.*

Người phản biện: GS.TS. Lê Mạnh Hùng
Ngày nhận bài: 21/7/2023
Ngày thông qua phản biện: 8/9/2023
Ngày duyệt đăng: 15/9/2023

XÂY DỰNG CÔNG NGHỆ KHAI THÁC SẢN PHẨM DỰ BÁO CÁC YẾU TỐ THỜI TIẾT THEO THỜI GIAN THỰC TỪ CÁC MÔ HÌNH DỰ BÁO TOÀN CẦU PHỤC VỤ DỰ BÁO LŨ LỤT, VẬN HÀNH HỒ CHỨA, DỰ BÁO NGUỒN NƯỚC

Đào Ngọc Tuấn[1], Vũ Phương Nam[1,*], Bùi Quang Tuấn[1], Lê Thanh Hà[1], Nguyễn Thị Thanh Hoa[1]

TÓM TẮT

Nghiên cứu trình bày kết quả khai thác và sử dụng nguồn số liệu từ mô hình dự báo toàn cầu để trích xuất các yếu tố khí tượng nhằm phục vụ tính toán dự báo lũ lụt, vận hành hồ chứa và dự báo nguồn nước. Công cụ khai thác được lập trình trên phần mềm toán học: Matlab và công cụ CDO; các dữ liệu dự báo thời tiết được đọc và xử lý bao gồm: CFS, GFS, ICON, GEM-CMC, GEOS5-NASA. Trong đó các dữ liệu GFS, ICON, GEOS5 có kết quả nhận được là rất khả quan, đảm bảo cung cấp kịp thời để các nhà quản lý từ Trung ương đến địa phương đưa ra những kế hoạch sản xuất phù hợp cũng như chủ động đối phó với các thiên tai, thảm họa.

Từ khóa: *Dự toán toàn cầu, dự báo nguồn nước, lũ lụt, vận hành hồ chứa.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, dự báo khí hậu đang là một trong những bài toán có tính ứng dụng rất lớn, có ý nghĩa rất quan trọng đối với nhiều ngành kinh tế - xã hội. Thông tin dự báo là căn cứ cho các nhà hoạch định chính sách, nhà quản lý có thể đưa ra kế hoạch sản suất phù hợp cũng như chủ động ứng phó với các thiên tai, thảm họa. Trong bối cảnh biến đổi khí hậu, dường như các hiện tượng thời tiết cực đoan ngày càng xảy ra với tần suất nhiều hơn, cường độ mạnh hơn, gây thiệt hại nặng nề, việc dự báo dựa trên cơ sở các mô hình động lực trở nên ưu việt hơn so với phương pháp thống kê truyền thống.

Ngày nay, cùng với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ tính toán, các mô hình dự báo số trị càng được sử dụng rộng rãi trong các nghiên cứu khí hậu. Việc ứng dụng không chỉ trên quy mô toàn cầu mà còn được chi tiết hóa cho từng khu vực, tạo điều kiện thuận lợi cho những nghiên cứu sâu hơn, mang tính ứng dụng cao hơn. Ngoài ra, mục tiêu của bài toán dự báo không chỉ dừng lại đơn thuần ở dự báo xu thế các yếu tố khí tượng mà việc dự báo được các hiện tượng thời tiết cực đoan ở qui mô vừa cũng rất được quan tâm, chú ý.

Trong lĩnh vực tính toán và dự báo thủy văn, thủy lực, một vấn đề gặp phải đó là số liệu đầu vào thiếu hoặc không đầy đủ. Có rất nhiều phương pháp để kéo dài số liệu bằng các mô hình toán, tuy nhiên, hiện nay một biện pháp hữu hiệu nhằm tăng nguồn dữ liệu đồng thời tăng khả năng dự kiến của bản tin dự báo là sử dụng số liệu vệ tinh, viễn thám. Ở Việt Nam, việc ứng dụng và thử nghiệm các mô hình khí hậu khu vực cho bài toán dự báo tuy không mới nhưng làm thế nào để khai thác tốt được số liệu này vẫn cần phải tiếp tục nghiên cứu. Với chức năng dự báo, cảnh báo nhằm quản lý và giảm thiểu tác hại do thời tiết gây ra đã xây dựng một công cụ khai thác, sử dụng các thông số thời tiết làm đầu vào cho mô hình thủy văn, thủy lực và ra các bản tin dự báo với thời gian dự kiến khác nhau trên toàn bộ lưu vực chính xác và kịp thời.

Nghiên cứu này giới thiệu một công cụ (phần mềm) khai thác các sản phẩm: CFS-NOAA, GFS-NOAA, ICON-DWD, GEM-CMC, GEOS-NASA.

2. CÁC THÔNG TIN CƠ BẢN VỀ MÔ HÌNH DỰ BÁO TOÀN CẦU

2.1. Nguồn số liệu CFS

CFS (Climate Forecast System Version) là hệ thống dự báo khí hậu được phát triển bởi Trung tâm Dự báo Môi trường Hoa Kỳ (NCEP - National Centers for Environmental Prediction). CFS là mô hình đầy đủ giữa các thành phần tương tác với nhau trên Trái đất gồm khí quyển, đất và đại dương. Tháng 8/2004, CFS bắt đầu được đưa vào

[1] Viện Quy hoạch Thủy lợi
[*] Email: namvu.iwrp@gmail.com

nghiệp vụ dự báo khí hậu ở Hoa Kỳ. Kể từ đó, CFS không ngừng được cải tiến và phát triển nhằm đưa ra kết quả dự báo phù hợp hơn. Lần đầu tiên trong lịch sử dự báo hạn mùa của nước Mỹ, một mô hình động lực có thể so sánh với phương pháp thống kê được sử dụng bởi Trung tâm Dự báo khí hậu NCEP (CPC) trong dự báo nhiệt độ bề mặt, mưa và cung cấp những lợi thế quan trọng trong việc dự báo hạn mùa nghiệp vụ. Điều này thể hiện sự tiến bộ đáng kể so với các mô hình động lực đã được sử dụng ở NCEP. Hiện nay, CFS đã được phát triển đến phiên bản 2 (CFv2) với dự báo tổ hợp được đưa vào nghiệp vụ tại NCEP từ tháng 3/2011 và được sử dụng chạy dự báo nghiệp vụ 4 lần/ngày (00, 6, 12, 18 giờ UTC), trong đó lần chạy tại 00UTC có hạn dự báo 9 tháng nhưng chỉ cung cấp miễn phí cho cộng đồng tới hạn dự báo 6 tháng.

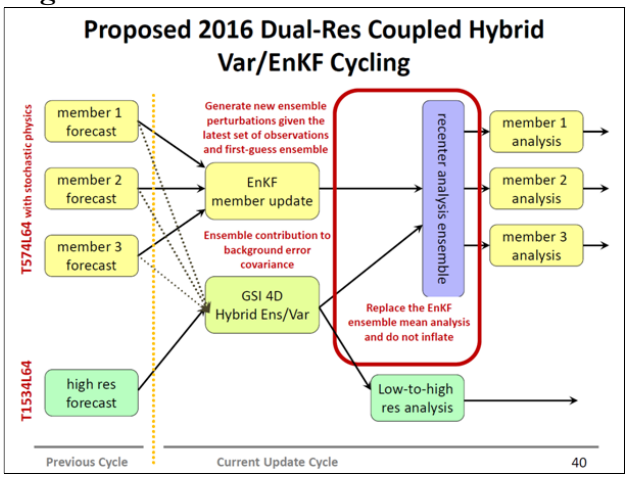
2.2. Nguồn số liệu GFS

Hệ thống dự báo phổ toàn cầu (Global Forecast System - GFS) là một mô hình dự báo thời tiết được cung cấp bởi Trung tâm Dự báo môi trường Quốc gia Mỹ (National Center for Environmental Prediction - NCEP). Bộ dữ liệu của mô hình bao gồm nhiều biến khí quyển, địa hình, thảm phủ thực vật. Từ biến nhiệt độ, gió và lượng mưa đến độ ẩm của đất cũng như nồng độ ozon trong khí quyển. Mô hình toàn cầu GFS có quy mô toàn cầu có độ phân giải ngang 28 km x 28 km được sử dụng trong dự báo thời tiết đến 16 ngày, độ phân giải ngang 70 km x 70 km cho dự báo 1 - 2 tuần.

GFS là một mô hình kép bao gồm bốn mô hình riêng biệt (mô hình khí quyển, đại dương, đất/thổ nhưỡng và mô hình băng biển) làm việc cùng nhau và cung cấp một hình ảnh chính xác về các điều kiện thời tiết. Những thay đổi được thực hiện liên tục và thường xuyên trong mô hình GFS để cải thiện hiệu suất và độ chính xác dự báo. Đây là một mô hình thời tiết không ngừng phát triển và cải tiến. Dữ liệu lưới có thể tải xuống thông qua hệ thống mô hình vận hành lưu trữ và phân phối quốc gia của NOAA.

Trước tháng 01/2003, GFS được biết đến như là mô hình dùng cho hàng không (GFS Aviation-AVN) và mô hình dự báo hạn vừa (MRF). Các sản phẩm GFS-AVN và MRF là bộ sưu tập từ NOAAPort của NCEP. Mô hình dự báo khí quyển được sử dụng trong GFS là một mô hình phổ toàn cầu (Global Spectral Model-GSM) với các chức năng cơ bản là các phương trình hàm điều hòa thuộc mặt cầu. Với tài nguyên và hệ thống của máy tính ngày càng được gia tăng ở NCEP thì GFS đã phát triển đến độ phân giải cao hơn theo cả chiều ngang và chiều thẳng đứng và thêm nhiều các modul cấu trúc được mã hóa. GFS bắt đầu được đưa vào sử dụng nghiệp vụ tại Trung tâm Khí tượng Quốc gia (National Meteorological Centre - NMC), tiền thân của NCEP từ năm 1988. Mô hình thường xuyên được cải tiến và nâng cấp, cho đến nay mô hình có hai cấu hình: 1) Độ phân giải ngang là 35 km, số mực theo chiều thẳng đứng là 64 (T382L64: cho dự báo 7,5 ngày tương đương 180 giờ) và 2) Độ phân giải ngang là 70 km, số mực theo chiều thẳng đứng là 64 (T190L64: cho dự báo 16 ngày tương đương 360 giờ). Một điều quan trọng cần lưu ý rằng, cùng một bộ tham số vật lý có thể được sử dụng trên tất cả các độ phân giải theo chiều ngang và chiều thẳng đứng (với các tham số có thể điều chỉnh khác nhau). Việc nâng cấp các tham số hóa vật lý đang được tiến hành và thường diễn ra hai năm một lần.

Nghiên cứu này đã sử dụng trường phân tích và dự báo của GFS miễn phí với các trường này có độ phân giải ngang xấp xỉ 55 km và số mực thẳng đứng 42.



Hình 1. Sơ đồ đồng hóa số liệu 4D Var được sử dụng từ tháng 3/2016

Các sản phẩm của mô hình:

- Miền dự báo được hiển thị: (5^0N - 26^0N, 98^0 - 125^0E) cho các trường bề mặt và (10^0S - 40^0N, 80^0 - 145^0E) cho các trường trên cao.

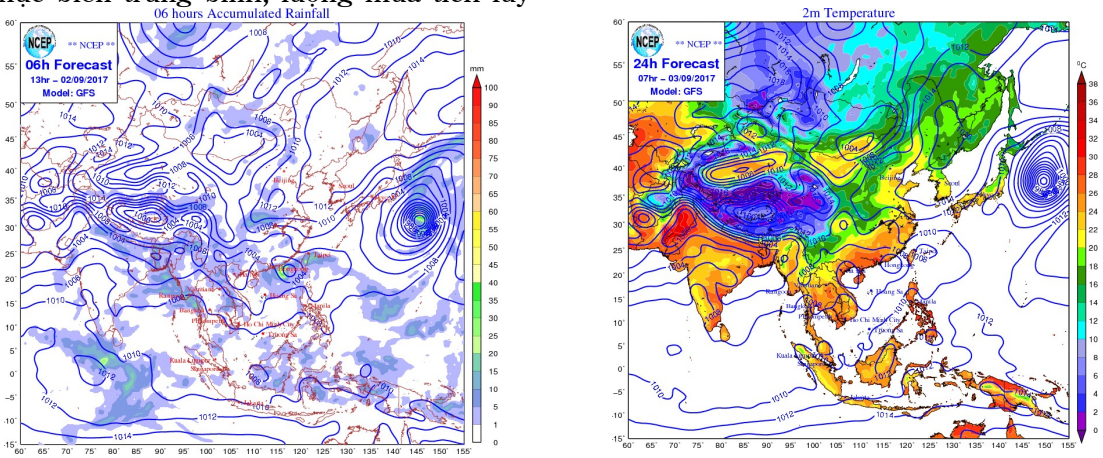
- Số lần có sản phẩm trong ngày gồm 4 lần trong ngày các thời điểm 00, 6, 12 và 18 UTC.

- Bước thời gian đưa ra các sản phẩm cách nhau 6 giờ.

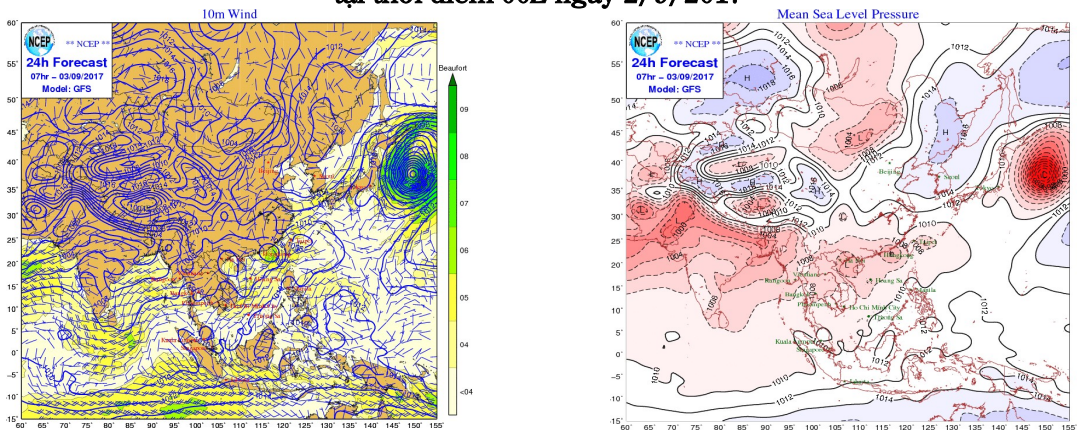
- Số mực chuẩn đưa ra các sản phẩm: mực bề mặt và 4 mực trên cao là 850, 700, 500 và 200 mb.

- Các trường phân tích và dự báo: Tại bề mặt, áp suất mực biển trung bình, lượng mưa tích lũy trong 6, 24, 48 và 72 giờ; trường nhiệt độ không khí tại độ cao 2 m; trường gió bề mặt tại độ cao 10 m. Tại các mực trên cao, độ xoáy, độ tán, tốc độ thẳng đứng, độ cao địa thế vị, độ ẩm tương đối, độ dày lớp không khí 1.000 - 500 mb.

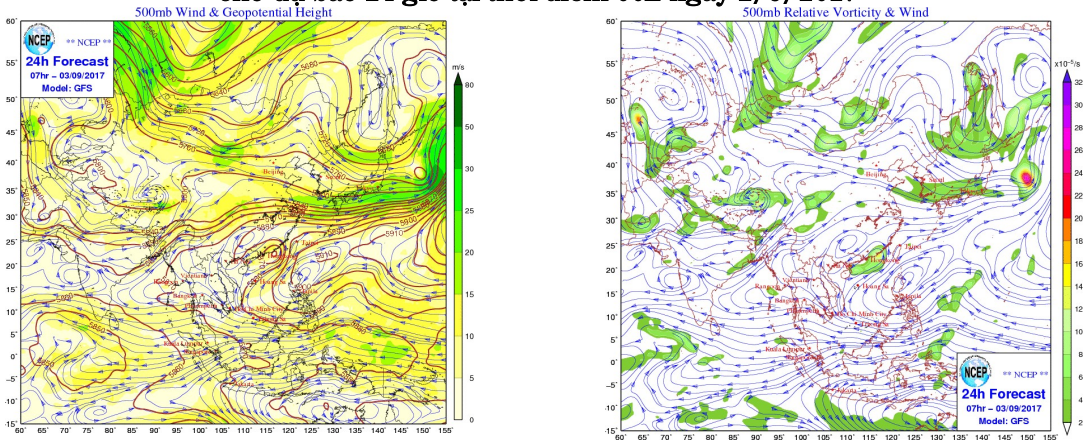
Một số sản phẩm dự báo của GFS (Hình 2, 3, 4).



Hình 2. Dự báo mưa tích lũy 6 giờ (hình bên trái) và dự báo nhiệt độ 24 giờ (hình bên phải) tại thời điểm 00Z ngày 2/9/2017



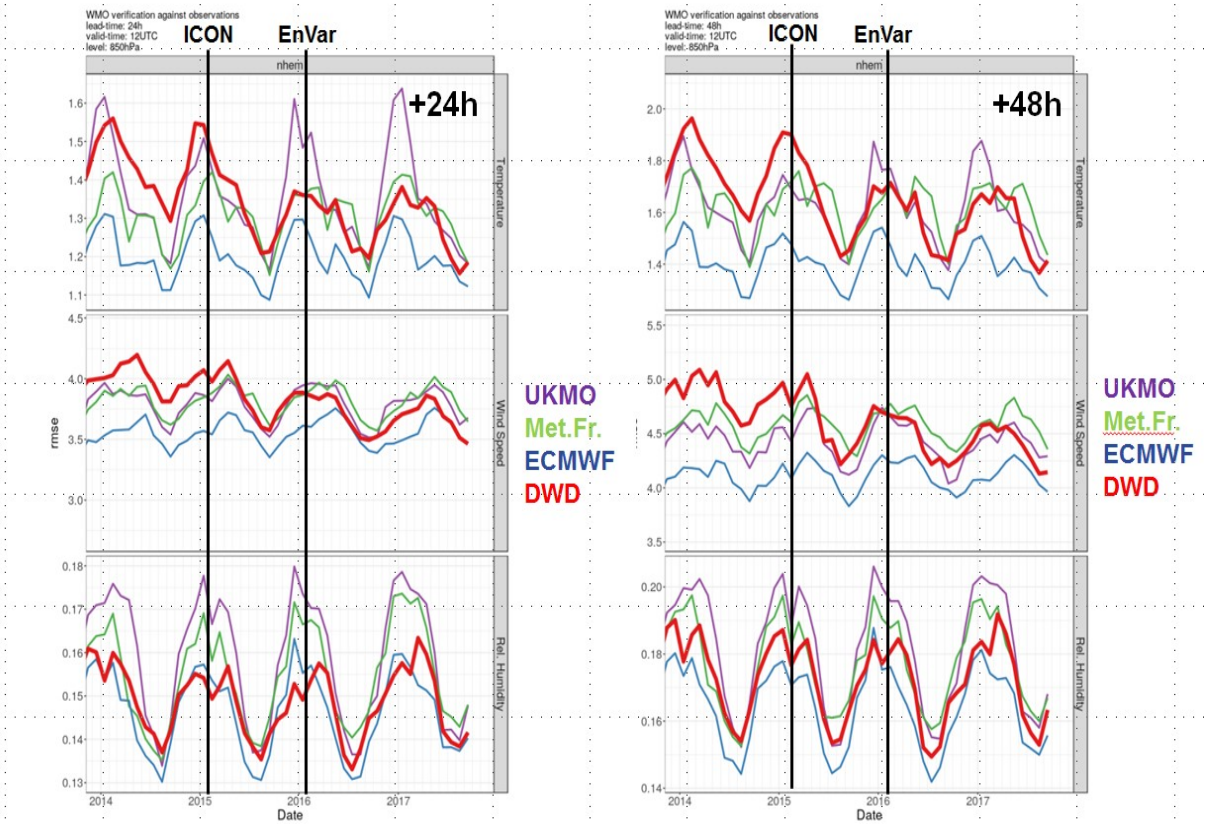
Hình 3. Trường dự báo gió bề mặt (hình bên trái) và khí áp mực biển trung bình (hình bên phải) cho dự báo 24 giờ tại thời điểm 00Z ngày 2/9/2017



Hình 4. Trường dự báo gió và độ cao địa thế vị (bên trái) và độ xoáy (bên phải) mực 500 mb cho dự báo 24 giờ tại thời điểm 00Z ngày 2/9/2017

2.3. Nguồn số liệu ICON

Năm 2015 Tổng cục Thời tiết Cộng hòa liên bang Đức (DWD) đã giới thiệu mô hình thủy tĩnh toàn cầu mới ICON (ICOsahedral Nonhydrostatic) với khoảng cách lưới nằm ngang 13 km (6,5 km so với toàn bộ vùng châu Âu) và 90 lớp. ICON đã thay thế mô hình toàn cầu thủy tĩnh GME (20 km, 60 lớp). ICON hoạt động tốt đối với các vùng nhiệt đới, do độ phân giải ngang và dọc cao hơn, các sơ đồ số cao cấp hơn và các tham số vật lý hiện đại nhất. Vào tháng 01/2016, việc giới thiệu hoạt động của đồng hóa dữ liệu biến đổi dựa trên hỗn hợp (ICON-EDA) bao gồm hệ thống dự đoán quần thể tầm ngắn (ICON-EPS) đã giúp cải thiện đáng kể chất lượng và tính hữu dụng của dự báo ICON (Hình 5).



Hình 5. Biến nhiệt độ tại 850 hPa vùng châu Âu từ năm 2014 đến 2017. RMSE cho nhiệt độ (bên trên), tốc độ gió (giữa) và độ ẩm tương đối (dưới); dự báo 24 giờ (bên trái), dự báo 48 giờ (bên phải).

Kể từ tháng 7 năm 2017, DWD cung cấp tất cả dữ liệu hệ thống dự báo số (Numerical Weather Prediction - NWP) của nó trên một máy chủ dữ liệu mở (https://opendata.dwd.de/weather/). Trên máy chủ này DWD truy cập miễn phí và mở để phân tích và dự báo mô hình ICON xác định toàn cầu (khoảng cách lưới 13 km, 6,5 km trên châu Âu; dựa trên 00, 6, 12 và 18 phân tích UTC lên tới 120 giờ và dựa trên 03 , 9, 15 và 21 UTC tối đa 30 giờ).

2.4. Nguồn số liệu GEM-CMC

GEM (*The Global Environment Multiscale Model*): Một hệ thống dự báo và đồng hóa dữ liệu tích hợp được phát triển với mục đích đáp ứng tất cả các nhu cầu dự báo thời tiết của Canada trong tương lai (http://collaboration.cmc.ec.gc.ca/science/rpn/gef_html_public/index.html).

2.5. Nguồn số liệu GEOS5-NASA

GEOS-5: A High Resolutuion Global Atmospheric Model. Mô hình GEOS-5 thường chạy ở độ phân giải khoảng 28 km mỗi pixel để nghiên cứu các kết nối giữa thời tiết và khí hậu và có thể chạy trên toàn cầu ở 3,5 km, khiến nó trở thành một trong những mô hình khí quyển toàn cầu chi tiết nhất trên thế giới. Mô hình chạy ở đây có độ phân

giải 5 km. Mô hình khí hậu điển hình mô phỏng các đám mây ở khoảng 100 km mỗi pixel. Một bản đồ phẳng của quả địa cầu được tạo ra bởi mô hình khí hậu dài 28 km chứa 777.000 ô lưới (pixel). Bản đồ GEOS dài 5 km, chứa 24 triệu ô lưới. Điều này có nghĩa là, các nhà khoa học có thể nhận được thông tin chi tiết hơn từ mô hình.

https://earthobservatory.nasa.gov/images/44246/geos-5-a-high-resolution-global-atmospheric-model.

3. CÔNG CỤ KHAI THÁC DỮ LIỆU



Hình 6. Các phần mềm và kết quả sau khi khai thác

Công cụ khai thác có nhiệm vụ tự động chuyển đổi các yếu tố khí tượng từ dạng raster sang dạng điểm (point) để phục vụ việc khai thác. Công việc chuyển đổi này được thực hiện bằng phần mềm lập trình toán học Matlab, với số lượng file chuyển đổi lớn thì việc chuyển đổi bằng công cụ lập trình sẽ không mất thời gian và không bị nhầm lẫn. Ngoài ra, cũng sử dụng các phần mềm thời tiết CDO để phân tích các dữ liệu thời tiết với các định dạng tập tin lớn và các chương trình tạo cơ sở dữ liệu phục vụ tạo trang Web.

- Matlab là phần mềm tính toán số học, ma trận, vẽ đồ thị hàm số, biểu đồ thông tin và thực hiện các thuật toán vô cùng mạnh mẽ.

- CDO là công cụ tập hợp các toán tử dòng lệnh để đọc và phân tích dữ liệu khí hậu và dữ liệu dự báo thời tiết số (NWP)

Việc chuyển đổi và tạo ra các loại định dạng như: text, excel và hình ảnh động, rất quan trọng trong dự báo tác nghiệp bởi tính chính xác và kịp thời.

4. CÁC YẾU TỐ KHAI THÁC

Các yếu tố khí tượng khai thác của các sản phẩm mô hình dự báo toàn cầu bao gồm: Mưa lũy tích 3 giờ (mm); nhiệt độ độ cao 2 m (°C); gió (vận tốc gió, hướng gió) độ cao 10m (m/s); gió giật (m/s); lượng mây tổng (%); áp suất tương ứng mực nước biển trung bình (hPa); độ ẩm không khí 2 m; số giờ nắng.

5. PHẠM VI NGHIÊN CỨU

Tổng số vị trí được khai thác là 1.326 vị trí trên toàn lãnh thổ Việt Nam và vùng phụ cận bao gồm: 755 trạm đo mưa, 354 trạm thủy văn, 194 trạm khí tượng và 23 trạm hải văn.

6. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

6.1. Thể hiện dưới dạng hình ảnh

Kết quả được thể hiện dưới dạng hình ảnh động các yếu tố khí hậu, các hình ảnh biến đổi được thay đổi tương ứng với từng thời đoạn phù hợp. Kết quả được thể hiện trên trang website http://iwrp.gov.vn/dubao/du-bao-10-ngay-gfs-(noaa)-(buoc-thoi-gian-3h)-778.html.

6.2. Thể hiện dưới dạng số (ASCII, excel, text)

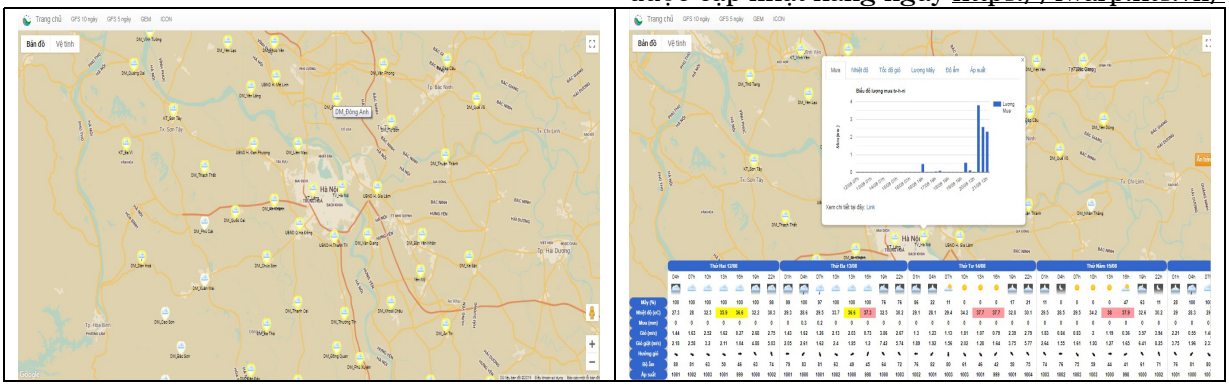
Kết quả được thể hiện dưới dạng file excel, chúng có thể chuyển định dạng sang text, ascii để phục vụ việc thiết lập file đầu vào cho chạy mô hình thủy văn, thủy lực. Kết quả được thể hiện trên trang website tải dữ liệu dự báo http://iwrp.gov.vn/dubao/du-bao-05-ngay-779.html.

Tỉnh	Trạm	Kinh độ	Vĩ độ	10/08/2019 2:00	10/08/2019 3:00	10/08/2019 4:00	10/08/2019 5:00	10/08/2019 6:00	10/08/2019 7:00	10/08/2019 8:00	10/08/2019 9:00
Lai Châu	KT_Mường Tè	102.833	22.367	0.980	1.530	1.040	1.070	1.060	1.350	1.110	1.050
Lai Châu	KT_Sìn Hồ	103.250	22.350	0.250	0.410	0.470	0.390	0.230	0.510	0.650	0.540
Lai Châu	KT_Phong Thổ	103.350	22.500	0.530	0.390	0.400	0.350	0.210	0.370	0.600	0.500
Lai Châu	KT_Lai Châu	103.150	22.050	0.050	0.280	0.330	0.230	0.330	0.340	0.330	0.160
Lai Châu	KT_Tam Đường	103.483	22.417	0.260	0.110	0.090	0.110	0.170	0.450	0.620	0.500
Lai Châu	KT_Bình Lư	103.633	22.317	0.260	0.160	0.210	0.170	0.180	0.360	0.520	0.790
Lai Châu	KT_Hoàng Liên Sơn	103.767	22.350	0.570	0.440	0.490	0.430	0.420	0.490	0.590	0.930
Lai Châu	DM_Mường Mươn	103.067	21.667	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010
Lai Châu	DM_Mường Pồn	103.000	21.533	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Lai Châu	DM_Đoàn Kết	102.383	22.300	0.150	0.150	0.060	0.030	0.090	0.380	0.420	0.160
Lai Châu	DM_Pa Thẳng	102.433	22.683	0.090	0.110	0.010	0.030	0.180	0.580	0.450	0.940
Lai Châu	DM_Mường Tong	102.567	22.117	0.270	0.280	0.240	0.200	0.080	0.380	0.680	0.300
Lai Châu	DM_Ma Ký	102.469	22.519	0.350	0.310	0.050	0.000	0.380	1.020	0.430	0.470
Lai Châu	DM_Bản Giang	103.500	22.400	0.230	0.080	0.060	0.080	0.150	0.440	0.600	0.500
Lai Châu	DM_Bản Nậm Cúm	103.233	22.617	0.590	0.630	0.420	0.330	0.170	0.300	0.470	0.920
Lai Châu	DM_Tà Tổng	102.667	22.383	0.830	1.060	0.560	0.530	0.600	1.120	1.060	0.820
Lai Châu	DM_Nậm Cuổi	103.483	22.117	0.000	0.010	0.040	0.010	0.010	0.130	0.220	0.240
Lai Châu	DM_Nhù Cả	102.633	22.650	0.520	0.590	0.310	0.320	0.430	0.600	0.440	1.090
Lai Châu	DM_Tà Tụ	103.383	22.300	0.100	0.180	0.230	0.180	0.140	0.450	0.570	0.520
Lai Châu	DM_Mường Mun	103.333	21.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.040
Lai Châu	DM_Nậm Mạ	103.367	22.167	0.000	0.110	0.160	0.110	0.100	0.340	0.430	0.370
Lai Châu	DM_Mường Nhé	102.467	22.183	0.160	0.160	0.090	0.070	0.040	0.290	0.530	0.180
Lai Châu	DM_Mường Nhà	103.072	21.172	0.060	0.210	0.170	0.110	0.030	0.040	0.000	0.020
Lai Châu	DM_Mường Ẳng	103.233	21.517	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Lai Châu	DM_Tây Trang	102.954	21.216	0.040	0.120	0.060	0.030	0.020	0.080	0.010	0.000

Bảng 1. Dữ liệu dự báo mưa tại các trạm theo nguồn dự báo toàn cầu GFS-NOAA

6.3. Thể hiện dưới dạng trang website

Kết quả được thể hiện trên trang website và được cập nhật hàng ngày https://iwarp.hts.vn/



Thời gian	Mưa(mm)	Độ ẩm(%)	Áp suất(hPa)	Nhiệt độ(oC)	Tốc độ gió(m/s)	Hướng gió	Hướng gió từ	Gió giật(m/s)	Mây(%)	Mây
12/08 04:00	0	79.89	1000.9	27.32	1.44		Tây Tây Bắc	2.18	99.93	
12/08 07:00	0	81.16	1002.2	28.03	1.63		Tây Tây Bắc	2.58	99.96	
12/08 10:00	0	62.88	1003.14	32.34	2.52		Tây Tây Bắc	3.2	100	
12/08 13:00	0	49.86	1000.88	35.9	1.62		Tây Tây Bắc	2.11	100	
12/08 16:00	0	46.25	998.83	36.57	0.27		Tây	1.04	100	
12/08 19:00	0	63.13	999.7	32.16	2.68		Đông Nam	4.88	100	
12/08 22:00	0	73.51	1001.8	30.32	2.75		Nam Đông Nam	5.03	98.34	
13/08 01:00	0	78.5	1000.63	29.28	1.43		Đông	2.05	98.68	
13/08 04:00	0.26	83.13	999.91	28.6	1.62		Đông Bắc	2.61	99.54	
13/08 07:00	0.18	81.22	1001.41	29.5	1.26		Bắc Tây Bắc	1.62	96.94	
13/08 10:00	0	63.17	1002.22	33.66	2.13		Tây Tây Bắc	2.4	99.82	
13/08 13:00	0	49.28	1000.06	36.64	2.03		Tây Tây Nam	1.95	99.91	
13/08 16:00	0	45.38	998.18	37.25	0.73		Nam Tây Nam	1.2	99.59	
13/08 19:00	0	63.54	1000.07	32.45	3.86		Đông Nam	7.42	76.43	
13/08 22:00	0	72.38	1002.62	30.17	2.67		Đông Nam	5.74	75.92	
14/08 01:00	0	76.49	1001.69	29.14	1.3		Đông	1.89	85.65	
14/08 04:00	0	82.4	1000.59	28.1	1.23		Đông Bắc	1.92	22.26	
14/08 07:00	0	80.01	1002.66	29.36	1.13		Bắc	1.56	11.13	
14/08 10:00	0	60.52	1003.01	34.17	1.81		Tây Bắc	2.02		
14/08 13:00	0	46.19	1000.81	37.65	1.07		Tây Bắc	1.28		
14/08 16:00	0	42.14	998.64	37.7	0.79		Đông Bắc	1.64		
14/08 19:00	0	57.56	1000.83	32.77	2.39		Đông Nam	3.75	16.67	
14/08 22:00	0	74.89	1003.73	30.11	2.79		Đông Nam	5.77	21.28	
15/08 01:00	0	73.68	1002.83	29.52	1.83		Đông Nam	2.64	11.08	
15/08 04:00	0	75.85	1002.01	28.45	0.84		Đông	1.55		

7. KẾT LUẬN

Trong việc thực hiện nhiệm vụ dự báo lũ và điều hành hồ chứa chống lũ trên các hệ thống sông cũng như dự báo dòng chảy phục vụ cấp nước đông xuân của các hệ thống công trình thủy lợi, dự báo yếu tố mưa đóng một vai trò rất quan trọng nhưng chưa được đầu tư, nghiên cứu nhiều dẫn đến kết quả dự báo còn nhiều hạn chế. Nghiên cứu này đã xây dựng được bộ công cụ hoàn chỉnh khai thác số liệu dự báo phục vụ công tác dự báo, cảnh báo lũ lụt và dự báo nguồn nước. Nhiều cơ quan, ban ngành, tổ chức, cá nhân thường xuyên tham khảo kết quả dự báo lũ và nguồn nước phục vụ sản xuất nông nghiệp đã cho kết quả tốt. Tuy nhiên, các dữ liệu này cần phải được kiểm chứng thêm với các số liệu thực đo và với các nguồn dữ liệu khác. Cần có các nghiên cứu trong tương lai để tăng mức độ chính xác của dữ liệu dự báo cũng như tăng tính nhanh chóng, chính xác của kết quả dự báo lưu lượng, mực nước trên sông như: Ứng dụng cho lưu vực cụ thể, đề xuất lưu vực Vu Gia - Thu Bồn; hiệu chỉnh và kiểm định mô hình; hoàn thiện công nghệ tự động lấy dữ liệu dự báo và cảnh báo lũ, hạn hán trên lưu vực.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này là một phần kết quả của đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ tiềm năng cấp Bộ: "Xây dựng công nghệ khai thác sản phẩm dự báo các yếu tố thời tiết theo thời gian thực từ các mô hình dự báo toàn cầu phục vụ dự báo lũ lụt, vận hành hồ chứa, dự báo nguồn nước".

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Duy Chinh và cs (2003). Nghiên cứu thử nghiệm dự báo khí hậu ở Việt Nam. *http://www.imh.ac.vn/c_tt_chuyen_nganh/ce_de tai_duan/*.

2. Nguyễn Văn Tuyên (2008a). Khả năng dự báo hoạt động mùa bão biển Đông Việt Nam: Phân tích các yếu tố dự báo và nhân tố dự báo có thể (Phần I). *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 568, tháng 4, tr. 1 - 8.

3. Nguyễn Văn Tuyên (2008b). Khả năng dự báo hoạt động mùa bão biển Đông Việt Nam: Phân tích các yếu tố dự báo và nhân tố dự báo có thể (Phần II). *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 571, tháng 7, tr. 1 - 11.

4. Nguyễn Văn Thắng và cs (2006). Nghiên cứu xây dựng mô hình dự báo khí hậu cho Việt Nam dựa trên kết quả của mô hình động lực toàn cầu. Tóm tắt đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ: *http://www.imh.ac.vn/c_tt_chuyen_nganh/ce_de tai_duan/*, truy cập ngày 10/7/2023.

5. Nguyễn Văn Thắng và cs (2007). Nghiên cứu và xây dựng công nghệ dự báo và cảnh báo sớm hạn hán ở Việt Nam. Tóm tắt đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ: *http://www.imh.ac.vn/c_tt_chuyen_nganh/ce_de tai_duan/,* truy cập ngày 10/7/2023.

6. Phan Văn Tân và cs (2010). Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam, khả năng dự báo và giải pháp chiến lược ứng phó. Báo cáo tổng kết đề tài khoa học công nghệ cấp Nhà nước, mã số KC08.29/06-10.

7. David J. Sailor and Xiangshang Li (1999). A Semiempirical Downscaling Approach for Predicting Regional Temperature Impacts Associated with Climatic Change. American Meteorological Society.

8. Jianqi Sun, Huopo Chen (2011). A statistical downscaling scheme to improve global precipitation forecasting. Meteorol Atmos Phys (2012) 117:87–102. DOI 10.1007/s00703-012-0195-7.

9. RL Wilby, SP Charles, E Zorita, B Timbal, P Whetton, LO Mearns (2004). Guidelines for Use of Climate Scenarios Developed from Statistical Downscaling Methods. IPCC reports.

BUILDING THE TECHNOLOGY TO EXPLOIT THE FORCASTING PRODUCTION IN REAL TIME FROM GLOBAL FORECAST MODELS FOR FLOODING FORECAST, RESERVOIR OPERATION AND WATER RESOURCES FORECAST

Dao Ngoc Tuan[1], Vu Phuong Nam[1], Bui Quang Tuan[1], Le Thanh Ha[1], Nguyen Thi Thanh Hoa[1]

[1]Institute of Water resources Planning

Summary

This paper shows the results of exploiting and using data from global models to export meteorology forecasting for forecasting, reservoirs operation and water resources forecasting. The tools is programmed on mathematical software: MATLAB and CDO; GFS, ICON, GEOS5 products brings good results, its signification important in water resources management, specially support to managers giver with appropriate production plans (or scenarios) as well as deal with geniuses and disasters more proactively.

Keywords: *Global forecasting, flooding, reservoir operation, water resource forecasting.*

Người phản biện: PGS.TS. Ngô Lê Long
Ngày nhận bài: 18/7/2023
Ngày thông qua phản biện: 18/8/2023
Ngày duyệt đăng: 26/8/2023

CHÍNH SÁCH PHÁT TRIỂN THỦY LỢI NỘI ĐỒNG VÀ TƯỚI TIÊN TIẾN, TIẾT KIỆM NƯỚC KHI CHUYỂN ĐỔI TỪ LÚA SANG CÂY TRỒNG CÓ GIÁ TRỊ KINH TẾ CAO Ở VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG: CON ĐƯỜNG PHÍA TRƯỚC

Nguyễn Tuấn Anh[1,*], Doãn Quang Huy[1]

TÓM TẮT

Đồng bằng sông Cửu Long là vùng trọng điểm có điều kiện tự nhiên, khí hậu và tài nguyên để phát triển nông nghiệp dựa trên 3 trụ cột chính là lúa gạo, trái cây và thủy sản. Theo định hướng phát triển nông nghiệp của vùng trong giai đoạn tới, phát triển nông nghiệp thích ứng với biến đổi khí hậu đồng thời gia tăng giá trị từ sản xuất nông nghiệp, giảm chi phí sản xuất và nâng cao thu nhập của người dân. Khi chuyển đổi cơ cấu cây trồng, các giải pháp phát triển thủy lợi nhỏ, thủy lợi nội đồng và tưới tiên tiến, tiết kiệm nước được áp dụng. Nhiều hộ dân đã áp dụng tưới tiên tiến, tiết kiệm nước nhằm nâng cao hiệu quả sản xuất thông qua tăng năng suất cây trồng, cải thiện chất lượng và giảm các chi phí nước, phân bón và lao động. Có nhiều chính sách hỗ trợ phát triển hệ thống thủy lợi nhỏ, thủy lợi nội đồng và tưới tiên tiến, tiết kiệm nước. Kết quả nghiên cứu cho thấy, lợi nhuận của nhóm nông hộ tham gia cao gấp 1,156 lần so với các hộ không tham gia tổ chức kinh tế tập thể trên vùng đất đã chuyển đổi từ cây lúa sang cây ăn quả. Sự khác biệt này sẽ gia tăng khi phát triển tổ chức kinh tế tập thể, thu hút được các thành viên tham gia trong dài hạn. Tuy nhiên, việc song hành nhiều chính sách hỗ trợ và chương trình mục tiêu quốc gia nông thôn mới và các dự án trong khi các tỉnh chưa có kế hoạch phát triển thủy lợi nội đồng, thủy lợi nhỏ và tưới tiên tiến tiết kiệm nước nên gặp nhiều khó khăn. Kết quả nghiên cứu là cơ sở để đề xuất một số giải pháp định hướng phát triển thủy lợi nội đồng và tưới tiên tiến, tiết kiệm nước trên vùng đất chuyển đổi từ đất trồng lúa sang cây ăn trái và cây màu.

Từ khóa: *Thủy lợi nội đồng, thủy lợi nhỏ, tưới tiên tiến, tiết kiệm nước, chính sách hỗ trợ, chuyển đổi đất lúa, đồng bằng sông Cửu Long.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vùng đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) có vị thế, vai trò quan trọng, không những là trọng điểm về nông nghiệp, sản xuất lúa gạo, trái cây, thủy sản mà còn là một động lực thúc đẩy phát triển kinh tế của cả nước. Năm 2019, tổng sản phẩm trên địa bàn (GRDP) đạt 933 nghìn tỷ đồng, đóng góp 12,08% cho GDP cả nước; tỷ trọng nông nghiệp trong cơ cấu kinh tế chiếm trên 1/3 của vùng và 34,6% GDP ngành nông nghiệp, đóng góp 54% sản lượng lúa, 70% sản lượng nuôi trồng thủy sản và 60% lượng trái cây của cả nước [1]. Theo định hướng phát triển của vùng là hướng sản xuất nông nghiệp hàng hóa chất lượng và giá trị gia tăng cao, thích ứng với biến đổi khí hậu (BĐKH) với 3 trọng tâm chính là thủy sản, cây ăn quả, lúa gạo theo tỷ lệ, cơ cấu phù hợp diễn biến của khí hậu, môi trường và thị trường tiêu thụ sản phẩm.

Vùng có điều kiện tự nhiên, nguồn nước đặc trưng, hình thành 3 tiểu vùng sinh thái ngọt, lợ và mặn, là trọng điểm sản xuất nông nghiệp, giữ vai trò quan trọng trong nền kinh tế nước ta [2]. Là vựa lúa lớn nhất cả nước, với mật độ canh tác 3 vụ/năm, trong đó hiệu quả nhất là 2 vụ đông - xuân và thu - đông. Tuy nhiên, với việc giá lúa gạo bấp bênh, xuất khẩu gặp khó thì việc giảm diện tích đất trồng lúa kém hiệu quả để chuyển sang trồng cây khác đang được các cấp quản lý xây dựng, triển khai. Năm 2015, Chính phủ đã ban

[1] Viện Kinh tế và Quản lý Thủy lợi
* Email: anhNT.iwem@gmail.com

hành Nghị định số 35/2015/NĐ-CP [3], trong đó, quy định về trình tự, điều kiện và thủ tục chuyển đổi cơ cấu cây trồng từ lúa sang các cây trồng khác có giá trị kinh tế cao. Đến nay diện tích chuyển đổi của vùng ĐBSCL đạt khoảng 67% so với diện tích của cả nước, tương ứng với chuyển đổi sang trồng cây hàng năm (chủ yếu cây hoa màu) là 447.683,10 ha và sang cây lâu năm (cây ăn quả, cây công nghiệp) là 28.238,60 ha. Một trong những giải pháp được đề ra nhằm phát triển nông nghiệp bền vững thích ứng với biến đổi khí hậu (BĐKH) đó là, sử dụng linh hoạt giữa đất trồng lúa, đất trồng cây hàng năm, đất trồng cây lâu năm, đất cho chăn nuôi, đất nuôi trồng thủy sản, tạo điều kiện thuận lợi để người sử dụng đất nông nghiệp được chuyển đổi mục đích sản xuất cây trồng.

Hệ thống thủy lợi không những đóng vai trò quan trọng trong sản xuất nông nghiệp mà còn kiểm soát ngập lũ, xâm nhập mặn trong vùng…, [4]. Những năm gần đây ĐBSCL còn chịu tác động của hạn hán, xâm nhập mặn và lũ, ngập lụt, úng tại khu vực có những thay đổi đáng kể về quy luật và mức độ do BĐKH [5], [6]. Bên cạnh đó, vùng ĐBSCL còn bị tác động tiêu cực của việc xây dựng đập thủy điện ở thượng lưu, làm thay đổi lưu lượng nước và lượng phù sa, tác động nghiêm trọng đến môi trường và sinh kế của người dân ở khu vực nông thôn [6] và thay đổi mô hình sản xuất nông nghiệp truyền thống [7]. Theo đánh giá của Bộ Nông nghiệp và PTNT, hiện nay cơ sở hạ tầng thủy lợi nội đồng (TLNĐ) chưa đáp ứng yêu cầu sản xuất nông nghiệp theo phương thức canh tác tiên tiến hoặc chuyển đổi cơ cấu cây trồng. Việc áp dụng phương pháp tưới tiên tiến, tiết kiệm nước (TKN) tiết kiệm khoảng 8 - 90% lượng nước tưới tiêu, đồng thời tăng năng suất khoảng 11 - 114% tùy thuộc loại cây trồng đang được người dân áp dụng và sản xuất [8]. Sử dụng phương pháp tưới này tiết kiệm được chi phí như: năng lượng từ 6 - 40%, phân bón khoảng 20 - 100%... Áp dụng hình thức tưới tiên tiến, TKN giúp nông dân có mức tăng thu nhập từ 24,5% - 70,5% và mức tăng thu nhập bình quân khoảng 46,8% [9]. Đến nay, diện tích áp dụng tưới tiên tiến, TKN của cả nước đối với cây trồng cạn hiện là 288.620 ha (đạt 17,5%), lúa là 1.320,118 ha (đạt 18%). Định hướng đến 2025, diện tích cây trồng cạn cần tưới theo quy hoạch đạt 45%, trong đó tưới tiên tiến, TKN đạt 35% [10].

Nghiên cứu này, đánh giá thực trạng triển khai chính sách hỗ trợ phát triển thủy lợi nhỏ, TLNĐ và tưới tiên tiến TKN khi chuyển đổi từ đất trồng lúa sang cây hoa màu, cây ăn trái và sự khác biệt giữa các hộ dân tham gia và không tham gia tổ chức kinh tế tập thể trên vùng đất chuyển đổi, từ đó đề xuất một số giải pháp phát triển hệ thống TLNĐ, thủy lợi nhỏ và tưới tiên tiến TKN trong giai đoạn tới.

2. THỰC TRẠNG TRIỂN KHAI CHÍNH SÁCH HỖ TRỢ ĐẦU TƯ, QUẢN LÝ KHAI THÁC HỆ THỐNG THỦY LỢI NỘI ĐỒNG, THỦY LỢI NHỎ VÀ TƯỚI TIÊN TIẾN, TIẾT KIỆM NƯỚC KHI CHUYỂN ĐỔI TỪ ĐẤT TRỒNG LÚA SANG CÂY HOA MÀU VÀ CÂY ĂN TRÁI

2.1. Thực trạng triển khai chính sách hỗ trợ đầu tư, quản lý khai thác hệ thống thủy lợi nội đồng, thủy lợi nhỏ

Sau khi Luật Thủy lợi có hiệu lực, để triển khai chính sách của Nhà nước đối với hoạt động thủy lợi, Chính phủ đã ban hành Nghị định số 77/2018/NĐ-CP (NĐ 77) [11] quy định về hỗ trợ phát triển thủy lợi nhỏ, TLNĐ và tưới tiên tiến, TKN. Tiếp đó, Bộ Nông nghiệp và PTNT ban hành Quyết định số 4600/QĐ-BNN-TCTL [12], trong đó yêu cầu các tỉnh xây dựng kế hoạch phát triển thủy lợi nhỏ, TLNĐ giai đoạn 2021 - 2025. Có 7/13 tỉnh/thành trong vùng ĐBSCL ban hành nghị quyết quy định mức hỗ trợ chi tiết, bao gồm tỉnh: An Giang, Kiên Giang, Tiền Giang, Trà Vinh, Vĩnh Long, Hậu Giang, thành phố Cần Thơ. Để triển khai thực hiện chính sách, hiện chỉ có tỉnh Kiên Giang ban hành kế hoạch phát triển TLNĐ giai đoạn 2021 - 2025. Riêng tỉnh Hậu Giang quy định cơ chế đặc thù đối với nạo vét kênh mương, đắp bờ bao, kiên cố hóa đập được hỗ trợ 60% tổng giá trị đầu tư xây dựng công trình.

Ngoài chính sách hỗ trợ theo NĐ 77 [11] thì các địa phương còn thực hiện các chính sách hỗ trợ phát triển TLNĐ khác như: Chương trình Mục tiêu Quốc gia xây dựng nông thôn mới giai đoạn 2016 - 2020, chuyển đổi sản xuất nông nghiệp bền vững tại (VnSAT), khuyến khích phát triển hợp

tác, liên kết trong sản xuất và tiêu thụ sản phẩm và chương trình hỗ trợ phát triển hợp tác xã kiểu mới.

2.2. Thực trạng triển khai chính sách hỗ trợ đầu tư, quản lý vận hành hệ thống tưới tiên tiến, tiết kiệm nước

Chính sách hỗ trợ về tưới tiên tiến, TKN theo NĐ 77 [11], nhà nước hỗ trợ tối đa 50% chi phí vật liệu, máy thi công và thiết bị đầu tư xây dựng hệ thống, yêu cầu các UBND tỉnh quy định cụ thể đối với việc quản lý, thanh quyết toán phần vốn nhà nước hỗ trợ. Hiện chỉ có tỉnh Vĩnh Long, Hậu Giang ban hành định mức khuyến nông, trong đó có định mức về hệ thống tưới tiên tiến TKN, kết hợp hòa dinh dưỡng (tỉnh Vĩnh Long), tưới phun mưa TKN (tỉnh Hậu Giang). Tuy nhiên, tỉnh Vĩnh Long không quy định chi tiết các hạng mục vật tư chi tiết còn tỉnh Hậu Giang quy định chi tiết các hạng mục vật tư tương ứng với từng mô hình tưới phun, TKN.

Khi chuyển đổi sang trồng cây lâu năm ở vùng ĐBSCL, chủ yếu là chuyển sang cây ăn trái, cây màu và áp dụng phương pháp tưới tiên tiến, TKN. Chi phí đầu tư lớn khi chuyển đổi từ cây lúa sang cây ăn trái. Chi phí đầu tư ban đầu của hệ thống tưới tùy thuộc vào các khoảng cách trồng, loại cây ăn quả. Đối với khoảng cách trồng là 7 x 7 m, 8 x 10 m chi phí trung bình khoảng 50,448 triệu đồng/ha và đối với khoảng cách trồng là 3 x 3 m, 4 x 4 m, 4 x 3 m, 4 x 5 m, 5 x 5 m chi phí trung bình khoảng 79,251 triệu đồng/ha. Đối với cây màu nói chung định mức trung bình khoảng 39,342 triệu đồng/ha. Tuy nhiên, trong thực tế tùy thuộc vào chất lượng của vật tư đầu tư các hạng mục ban đầu theo khảo sát, dao động từ 15 - 50 triệu đồng/ha đối với các loại cây ăn trái và cây màu khoảng 12 - 40 triệu đồng/ha.

Bảng 1. Chi phí đầu tư xây dựng hệ thống tưới phun mưa tiết kiệm nước

Đơn vị tính: Triệu đồng/ha

TT	Tỉnh	Cây ăn trái có khoảng cách trồng (m)		Cây màu
		7 x 7; 8 x 10	3 x 3;4 x 4; 4 x 3; 4 x 5; 5 x 5	
1	Hậu Giang	48,633	77,946	37,615
2	Vĩnh Long	46,470	71,269	36,328
3	Tiền Giang	46,000	74,082	36,085
4	Đồng Tháp	54,834	85,931	42,044
5	Long An	55,200	85,436	43,431
6	Sóc Trăng	51,552	80,844	40,545
Trung bình		50,448	79,251	39,342

Tương ứng với mức hỗ trợ tối đa theo NĐ 77 [11] là 50% chi phí tưới tiên tiến, TKN, các tỉnh trong vùng ĐBSCL đều quy định mức hỗ trợ cụ thể bằng mức tối đa, tương ứng 50% giá trị đối với hệ thống tưới tiên tiến, TKN cho cây ăn quả và cây màu, khoảng 39,626 triệu đồng/ha (theo quy định của NĐ 77 là 40 triệu đồng/ha) [11]. Ngoài ra, để hỗ trợ phát triển TLNĐ và tưới tiên tiến, TKN liên quan đến chính sách về BĐKH cần ưu tiên đầu tư hiện đại hóa công trình thủy lợi tích hợp của địa phương hỗ trợ vùng nguyên liệu tập trung tại các vùng an toàn và vùng chuyển đổi. Ưu tiên mở rộng tín dụng, đẩy mạnh cho vay theo chuỗi giá trị cho hộ nông dân, tổ chức kinh tế tập thể, doanh nghiệp sản xuất, kinh doanh nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao. Nhìn chung, các chính sách hỗ trợ hệ thống tưới tiên tiến và TKN đều thấp hơn hoặc bằng theo chính sách của NĐ 77 [11] và tổng các mức hỗ trợ tối đa không quá 40 triệu đồng/ha. Đồng thời, có nhiều chính sách hỗ trợ phát triển kết cấu hạ tầng thủy lợi, tưới tiên tiến TKN song hành nên các địa phương vùng ĐBSCL cần có kế hoạch thực hiện tổng thể dựa trên các chính sách hỗ trợ nhằm phân bổ, sử dụng kinh phí đạt hiệu quả cao nhất.

3. ĐÁNH GIÁ SỰ KHÁC BIỆT GIỮA HỘ DÂN THAM GIA VÀ KHÔNG THAM GIA TỔ CHỨC KINH TẾ TẬP THỂ CHUYỂN ĐỔI TRÊN VÙNG ĐẤT LÚA

Để phân tích và đánh giá ảnh hưởng của giá cả đầu vào đến năng suất đạt được, mô hình hàm lợi nhuận biên Cobb-Douglas được sử dụng. Hàm lợi nhuận Cobb-Douglas nhằm xem xét sự khác biệt giữa thu nhập với canh tác theo nhóm và theo cá nhân [13], giữa các nông hộ trong và ngoài hội nông dân [14], khác biệt giữa lợi nhuận ở các vụ mùa với nhau. Philip Garcia và cs (1982) [15] đã sử dụng mô hình hồi quy để xác định hiệu quả kinh tế của các trang trại ứng với quy mô khác nhau. So sánh giữa hai nhóm nông hộ tham gia và nhóm không tham gia tổ chức kinh tế tập thể. Mô hình hồi quy có dạng như sau:

$$ln\pi_i = \beta_0 + \beta_1 lnP_{pi} + \beta_2 lnT_i + \beta_3 lnP_{Gi} + \beta_4 lnL_i + \beta_5\, lnI_i + \beta_6\, D + \varepsilon_i$$

Trong đó: π_i là lợi nhuận chuẩn hóa của nông hộ thứ i, được tính bằng tổng doanh thu trừ các khoản chi phí biến đổi như phân bón, thuốc trừ sâu và giống, tưới tiêu tất cả được chia cho giá của cây ăn quả; β_k là các hệ số cần được ước lượng trong mô hình với k = 1, 2…, 6; P_{Pi} là giá chuẩn hóa của 1 kg phân bón nguyên chất, được tính bằng giá 1 kg phân chia cho giá 1 kg trái cây đầu ra; T_i là chi phí thuốc trừ sâu (triệu đồng/ha); P_{Gi} là giá chuẩn hóa của 1 cây giống, được tính bằng giá 1 kg chia 1 kg trái cây đầu ra; L_i là khoản chi phí nhân công (triệu đồng/ha); I_i là chi phí cho tưới tiêu (triệu đồng/ha); D là biến giả chỉ việc tham gia tổ chức kinh tế tập thể, giá trị bằng 1 nếu các hộ tham gia HTX hoặc tổ hợp tác và bằng 0 nếu không tham gia tổ hợp tác; ε_i là sai số ngẫu nhiên của mô hình.

Sử dụng kết quả khảo sát của 60 hộ thuộc hai nhóm nông hộ có và không tham gia tổ chức kinh tế tập thể tại 3 tỉnh: Long An, Vĩnh Long và Hậu Giang chuyển đổi cơ cấu cây trồng từ trồng lúa sang cây ăn quả (cây có múi). Tương ứng với mỗi tỉnh, lựa chọn 1 xã khảo sát, trong đó có 35 hộ tham gia tổ chức kinh tế tập thể (thuộc xã Tân Hiệp, huyện Thạnh Hoá, tỉnh Long An và xã Long Trị, thị xã Long Mỹ, tỉnh Hậu Giang) và 25 hộ dân thuộc (xã Thới Hoà, huyện Trà Ôn, tỉnh Vĩnh Long) không tham gia tổ chức kinh tế tập thể. Số liệu được thu thập từ tháng 1 - 5/2021. Số liệu này được mã hóa nhập vào phần mềm Excel và sử dụng phần mềm Stata để phân tích, xử lý. Tổng chi phí sản xuất là 182,353 triệu đồng/ha, trong đó chi phí tưới tiêu chiếm tỷ trọng ít nhất, 3,45%. Thêm vào đó, chi phí đầu tư ban đầu cho chuyển đổi từ cây lúa sang cây ăn quả (cây có múi) bao gồm chi phí lên liếp (làm đất) khoảng 40 triệu/ha, chi phí đầu tư hệ thống tưới, tiêu khoảng 15 – 40 triệu đồng/ha, tùy thuộc vào biện pháp tưới (tưới phun mưa, tưới nhỏ giọt) khoảng 5 - 10 triệu đồng/ha. Tuổi thọ trung bình của cây có múi khoảng từ 25 - 30 năm, có quả sau khi trồng khoảng 3 - 4 năm, tương ứng, chi phí đầu tư ban đầu phân bổ đều cho các năm xấp xỉ khoảng 3 triệu đồng/ha/năm.

Doanh thu trung bình mỗi ha trong 1 năm khoảng 402,609 triệu đồng/ha/năm (ước tính với năng suất và giá bán trung bình 3 năm gần nhất). Lợi nhuận trung bình đạt được trong một vụ của một nông hộ là 220,256 triệu đồng/ha/năm. Nhìn chung, doanh thu và chi phí lớn hơn so với khuyến cáo đối với cây có múi như cây cam [16], [17], quýt [18] và bưởi [19] do các hộ dân thường trồng với mật độ cao hơn.

Bảng 2. Kết quả ước lượng hàm lợi nhuận của các hộ chuyển đổi cơ cấu cây trồng từ lúa sang cây ăn quả

Biến số	Hệ số	Sai số chuẩn
$\ln P_p$	-0,1345***	0,0236
lnT	-0,1580***	0,0408
ln*Pg*	-0,3390***	0,1242
ln*L*	0,5460***	0,0375
ln*I*	-0,1994***	0,0503
D	0,1450***	0,0414
Hằng số	-29,2650*	0,4849
Số quan sát	60	
R^2	0,8648	
Prob > F	0,0000	
F (6,53)	56,52	

*Ghi chú: *, **, *** lần lượt biểu diễn các mức ý nghĩa thống kê ở mức 10, 5 và 1%.*

Kết quả ước lượng bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất (OLS), mô hình hồi quy có hệ số Prob (F-statistic) = 0,0000, vì thế hàm lợi nhuận có ý nghĩa thống kê. Ngoài ra, hệ số R^2 trong mô hình cao, giải thích được 86,48% mối quan hệ giữa đầu vào và lợi nhuận (Bảng 2). Hầu hết các hệ số ước lượng đều có ý nghĩa thống kê với mức ý nghĩa là 1%. Các hệ số trong mô hình đều âm, nghĩa là chi phí đầu vào tăng lên thì lợi nhuận sẽ giảm.

Khi các yếu tố chi phí đầu vào không thay đổi, những hộ tham gia vào kinh tế tập thể thì lợi nhuận trung bình khi trồng cây ăn quả trên vùng đất đã chuyển đổi cao hơn so với các hộ không tham gia là ($e^{0,1450}$-1), tương đương 15,60%. Lợi nhuận của các hộ dân trong HTX, THT cao hơn so với các hộ dân ở ngoài là do nông dân học hỏi lẫn nhau về kỹ thuật chăm sóc, tiến bộ kỹ thuật trong sản xuất nên chất lượng trái cây đồng đều, đạt giá trị cao. Về tiêu thụ, các HTX và THT liên kết với doanh nghiệp, tổ chức kinh tế khác từ đó giảm các khâu trung gian, tăng lợi nhuận cho người dân. Sản xuất theo mô hình HTX và THT đã hình thành nên nhãn hiệu tập thể, chỉ dẫn địa lý cho sản phẩm, vùng sản xuất từ đó nâng cao hiệu quả sản xuất. Ngoài ra, khi hộ dân tham gia tổ chức kinh tế HTX và THT sẽ giúp cho cơ quan quản lý hỗ trợ tập trung hơn về liên kết sản xuất, khuyến nông, thủy lợi và quy trình kỹ thuật sản xuất nông nghiệp, nâng cao nhận thức, xúc tiến thương mại và mở rộng thị trường.

4. GIẢI PHÁP PHÁT TRIỂN THỦY LỢI NHỎ, TƯỚI TIÊU TIÊN TIẾN, TIẾT KIỆM NƯỚC KHI CHUYỂN ĐỔI TỪ TRỒNG LÚA SANG CÂY HOA MÀU VÀ CÂY ĂN QUẢ

Phát triển TLNĐ, thủy lợi nhỏ và tưới tiên tiến, TKN mang lại nhiều lợi ích kinh tế cho các hộ dân trên vùng đất chuyển đổi. Các hộ dân tham gia các tổ chức hợp tác kinh tế như HTX, THT sẽ mang thu nhập cao hơn so với các hộ dân không tham gia. Để triển khai thực hiện chính sách hỗ trợ thủy lợi nhỏ, TLNĐ và tưới tiên tiến TKN cần thực hiện một số giải pháp trong tương lai:

Một là, các địa phương ban hành quy định thiết kế mẫu đối với công trình thủy lợi nhỏ, TLNĐ và tưới tiên tiến, phải phù hợp với đặc thù của địa phương mình và các loại cây trồng chủ lực. Hướng dẫn triển khai chi tiết các chính sách của Chính phủ đã ban hành về hỗ trợ phát triển thủy lợi nhỏ, TLNĐ và tưới tiên tiến TKN.

Hai là, các địa phương cần xây dựng kế hoạch phát triển thủy lợi nhỏ, TLNĐ và tưới tiên tiến, TKN giai đoạn 2021 - 2025. Tổng hợp các chính sách hỗ trợ phát triển này đi kèm với nguồn lực hỗ trợ khác nhằm đảm bảo tính thống nhất và đạt hiệu quả cao nhất trong bối cảnh BĐKH. Lồng ghép các chương trình, dự án, chính sách hỗ trợ phát triển hệ thống thủy lợi nhỏ, TLNĐ và tưới tiên tiến, TKN với chương trình tổng thể phát triển nông nghiệp bền vững thích ứng với BĐKH vùng ĐBSCL.

Ba là, xem xét sửa đổi, mở rộng điều kiện hỗ trợ đối với hệ thống tưới tiên tiến, TKN tại điểm b, khoản 2 điều 5 của NĐ 77 [11] đối với các hộ gia đình chuyển đổi cơ cấu cây trồng từ lúa sang cây hoa màu và cây ăn quả cho phù hợp với thực tế ở vùng ĐBSCL. Mở rộng điều kiện nhận hỗ trợ đối với cá nhân là thành viên của THT, HTX nông nghiệp có làm dịch vụ thủy lợi…

Bốn là, hỗ trợ phát triển hệ thống tưới tiên tiến, TKN theo tỷ lệ chi phí đầu tư, ban hành định mức hệ thống tưới tiên tiến, TKN cho đối tượng là rau và cây ăn trái.

Năm là, nên có chính sách hỗ trợ tập trung (diện tích tập trung khoảng 300 ha). Tuy nhiên, các địa phương trong vùng cũng cần ban hành quy định chi tiết về diện tích cụ thể nhưng nhỏ hơn 400 ha tùy thuộc đặc thù từng tỉnh trong vùng. Hình

thành tổ chức kinh tế hợp tác (THT, HTX) trên vùng đất chuyển đổi và hỗ trợ các hộ nông dân thông qua tổ chức kinh tế hợp tác nhằm đảm bảo tính thống nhất để cải thiện, nâng cao hiệu quả sản xuất. Nâng cao trình độ sản xuất, giảm chi phí đầu vào, xây dựng chỉ dẫn địa lý, phát triển thương hiệu khi hình thành nhãn hiệu tập thể. Đồng thời, các THT, HTX cần liên kết với các doanh nghiệp để đảm sản phẩm đầu ra, ổn định giá cả từ đó cải thiện thu nhập cho người dân trong khu vực.

Sáu là, cần tăng cường tuyên truyền, phổ biến các chính sách hỗ trợ phát triển TLNĐ, thủy lợi nhỏ và tưới tiên tiến, TKN đến các cơ quan quản lý nhà nước ở cấp xã, doanh nghiệp hoạt động trong lĩnh vực nông nghiệp, THT, HTX và người dân.

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

5.1. Kết luận

Định hướng phát triển của vùng là dựa trên 3 trụ cột trọng tâm đó là thủy sản, lúa gạo và cây ăn quả theo hướng tăng giá trị, khai thác hiệu quả sử dụng đất và thích ứng với BĐKH, nước biển dâng cùng với các thách thức phát triển thủy điện ở vùng thượng lưu. Người dân trong vùng đã chuyển đổi cơ cấu cây trồng từ lúa sang các cây trồng có giá trị kinh tế cao như cây màu và cây ăn trái. Hệ thống thủy lợi đóng vai trò vô cùng quan trọng, đặc biệt là hệ thống nhỏ, TLNĐ và tưới tiên tiến TKN phục vụ tưới, tiêu trên vùng đất chuyển đổi. Áp dụng biện pháp tưới tiên tiết, TKN cây ăn trái, cây màu nhằm nâng cao hiệu quả sản xuất về năng suất và chất lượng, đồng thời giảm chi phí đầu vào như điện, phân bón và nhân công. Trong thời gian tới, khi chuyển đổi đất lúa sang trồng cây ăn quả tập trung cần củng cố, thành lập HTX và THT. Với việc thành lập HTX và THT sẽ giúp các hộ dân nâng cao trình độ sản xuất, giảm chi phí sản xuất đầu vào và xây dựng chỉ dẫn địa lý, phát triển thương hiệu khi hình thành nhãn hiệu tập thể.

5.2. Kiến nghị

Để tháo gỡ khó khăn trong triển khai thực hiện chính sách phát triển hệ thống TLNĐ, thủy lợi nhỏ trong giai đoạn tới cần thực hiện một số giải pháp, đó là: (1) Các địa phương cần ban hành quy định thiết kế mẫu đối với công trình thủy lợi nhỏ, TLNĐ và tưới tiên tiến tiết kiệm; (2) Các địa phương cần xây dựng kế hoạch phát triển thủy lợi nhỏ, TLNĐ và tưới tiên tiến, TKN giai đoạn 2023 - 2025; (3) Xây dựng, hướng dẫn triển khai chi tiết các chính sách hỗ trợ, phát triển thủy lợi nhỏ, TLNĐ và tưới tiên tiến, TKN; (4) Xem xét, sửa đổi mở rộng điều kiện hỗ trợ đối với hệ thống tưới tiên tiến, TKN đối với các hộ gia đình chuyển đổi cơ cấu cây trồng từ lúa sang cây hoa màu và cây ăn quả cho phù hợp với thực tế ở vùng ĐBSCL; (5) Khi chuyển đổi đất lúa sang trồng cây ăn quả cần thành lập HTX và THT; (6) Tăng cường tuyên truyền, phổ biến các chính sách hỗ trợ phát triển TLNĐ, thủy lợi nhỏ và tưới tiên tiến TKN.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này là một phần kết quả của đề tài "Nghiên cứu đề xuất mô hình đầu tư xây dựng và quản lý khai thác hệ thống TLNĐ khi chuyển đổi đất trồng lúa sang các cây trồng có giá trị kinh tế cao, nhằm thích ứng với BĐKH, phục vụ xây dựng nông thôn mới ở đồng bằng sông Cửu Long" thuộc Chương trình Khoa học và công nghệ phục vụ xây dựng nông thôn mới giai đoạn 2016-2020 (Đợt 5) do TS. Nguyễn Tuấn Anh làm chủ nhiệm.

TÀI LIỆU THAN KHẢO

1. Văn phòng Chính phủ (2020). Thông báo kết luận của Thủ tướng Chính phủ Nguyễn Xuân Phúc tại hội nghị với các lãnh đạo các tỉnh, thành phố vùng đồng bằng sông Cửu Long số 304/TB-VPCP, ban hành ngày 18/8/2020.

2. Nguyễn Văn Tỉnh (2020). Định hướng hiện đại hóa hệ thống thủy lợi phục vụ chuyển

đổi, phát triển nông nghiệp bền vững tại các tiểu vùng sinh thái vùng đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*, số 61-2020, tr. 1-9.

3. Chính phủ (2015), *Nghị định số 35/2015/NĐ-CP ngày 13/4/2015 về quản lý, sử dụng đất trồng lúa*.

4. Hồng Minh Hoàng, Huỳnh Minh Đường, Trần Dương Ngân Thảo và Văn Phạm Đăng Trí (2020). Tác động của hệ thống công trình thủy lợi đến hoạt động sản xuất nông nghiệp tại huyện Hồng Ngự tỉnh Đồng Tháp. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*: 56(2B), tr. 74-87.

5. Lê Mạnh Hùng, Đinh Quốc Phong, Lê Thị Cúc (2020). Giải pháp thủy lợi phục vụ phát triển nông nghiệp thích ứng vùng lũ đồng bằng sông Cửu Long trong tương lai. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*, số 62-2020, tr. 1-10.

6. Yadu Pokhrel, Mateo Burbano, Jacob Roush, Hyunwoo Kang, Venkataramana Sridhar và David W. Hyndman (2018). A Review of the Integrated Effects of Changing Climate, Land Use, and Dams on Mekong River Hydrology. Water, 10(3), tr. 1-25.

7. Lois Wright Morton và Kenneth R. Olson (2018). The Pulses of the Mekong River Basin: Rivers and the Livelihoods of Farmers and Fishers. *Journal of Environmental Protection*, 9, tr. 431-459.

8. Lê Văn Chính (2019). Giải pháp tăng cường tưới tiên tiến, tiết kiệm nước trong điều kiện thực thi Luật Thuỷ lợi ở Việt Nam. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*, số 54, tr. 1 - 16.

9. Ali, Q. S. W và Dkhar, Nathaniel B (2019). Critical policy interventions to fast forward micro irrigation in India. TERI Policy Brief. New Delhi: The Energy and Resources Institute, tr. 1 - 19.

10. Bộ Nông nghiệp và PTNT (2020). Quyết định số 4600/QĐ-BNN-TCTL ngày 13/11/2020 về *ban hành kế hoạch phát triển thủy lợi nhỏ, TLNĐ giai đoạn 2021-2025*.

11. Chính phủ (2018). Nghị định số 77/2018/NĐ-CP ngày 16/5/2018 quy định về hỗ trợ phát triển thủy lợi nhỏ, thủy lợi nội đồng và tưới tiên tiến, tiết kiệm nước.

12. Bộ Nông nghiệp và PTNT (2020). *Quyết định số 4600/QĐ-BNN-TCTL ngày 13/11/ 2020 ban hành kế hoạch phát triển thủy lợi nhỏ, thủy lợi nội đồng giai đoạn 2021 - 2025*.

13. Bina Agarwal (2018). Can group farms outperform individual family farms? Empirical insights from India. World Development, vol. 108(C), tr. 57 - 73.

14. Hung Van Vu, Huong Ho và Quoc Hoi Le (2020). Impact of Farmers' Associations on Household Income: Evidence from Tea Farms in Vietnam. Economies 8, 92, tr. 1 - 16.

15. Philip Garcia, Steven T. Sonka và Man Sik Yoo (1982). Farm Size, Tenure, and Economic Efficiency in a Sample of Illinois Grain Farms. *American Journal of Agricultural Economics*, Agricultural and Applied Economics Association, vol. 64(1), tr. 119 - 123.

16. Nguyễn Văn Tuất, Nguyễn Hoàng Long, Nguyễn Trần Hiếu và Lê Thị Kim Thoa (2018). Sổ tay Hướng dẫn kỹ thuật canh tác cây cam VietGAP.

17. Sở Nông nghiệp và PTNT tỉnh Đồng Tháp (2019). Kỹ thuật trồng và chăm sóc cam xoàn. Tài liệu lưu hành nội bộ, tr. 1 - 16.

18. Sở Nông nghiệp và PTNT tỉnh Hậu Giang (2017). Tài liệu kỹ thuật trồng và chăm sóc quýt đường. Tài liệu hướng dẫn, tr. 1 - 17.

19. Nguyễn Đức Cường (2010). Kỹ thuật trồng cam, quýt, bưởi. Nxb Khoa học tự nhiên và Công nghệ.

POLICIES TO DEVELOP SMALL IRRIGATION, IN-FIELD IRRIGATION AND ADVANCED WATER-SAVING IRRIGATION WHEN CONVERTING FROM RICE TO CROPS WITH HIGH ECONOMIC VALUE IN THE MEKONG DELTA - THE WAY FORWARD

Nguyen Tuan Anh[1], Doan Quang Huy[1]

[1]*Institute for Water Resources Economics and Management*

Summary

The Mekong Delta is a key region with natural conditions, climate and resources for agricultural development based on the three main pillars of rice, fruit and fisheries. Orientation for agricultural development of the region in the coming period is to develop agriculture to adapt to climate change while adding value from agricultural production, reducing production costs and improving people's incomes. When changing crop structure, many solutions to develop small irrigation, in-field irrigation and economical irrigation technology are applied. Many households have applied advanced irrigation and/or water saving irrigation to improve production efficiency by increasing crop yields, improving quality and reducing water, energy, manure, and labor costs. There are many policies to support investment for the development of small irrigation systems, in-field irrigation and economical irrigation technology. As a result, the profit of the group of participating farmers is 1.156 times higher than that of the households not participating in the collective economic organization on the land that has been converted from rice-based to fruit trees. This difference will increase when developing a collective economic organization, attracting members to participate in the long term. However, the parallelization of many supporting policies and national target programs for new rural areas and projects while provinces have not yet planned to develop in-field irrigation, small irrigation and economical irrigation technology should be very difficult. The research results are the basis for proposing some development orientations for in-field irrigation and economical irrigation technology on the land converted from rice to crops and fruit trees.

Keywords: *In-field irrigation, small irrigation, economical irrigation technology, support policies, conversion of rice land, the Mekong Delta.*

Người phản biện: TS. Lê Văn Chính
Ngày nhận bài: 26/7/2023
Ngày thông qua phản biện: 25/8/2023
Ngày duyệt đăng: 31/8/2023

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM DÙNG VẬT LIỆU ĐẤT BÙN CỨNG HÓA ĐỂ SAN NỀN THAY CHO CÁT TẠI TỈNH CÀ MAU

Ngô Anh Quân[1,*], Đỗ Viết Thắng[1], Nguyễn Tiến Trung[1], Trần Chí Thành[1], Nguyễn Quang Phú[2]

TÓM TẮT

Bài báo công bố kết quả nghiên cứu mô hình sử dụng đất bùn cứng hóa thay thế đất cát vào thi công san lấp mặt bằng. Nghiên cứu sử dụng hỗn hợp (xi măng, tro bay, xỉ lò cao và thạch cao) để cứng hóa đất bùn nạo vét làm vật liệu thay thế đất cát san lấp mặt bằng là rất cần thiết tại những vùng xây dựng khan hiếm đất cát tự nhiên. Đất bùn cứng hóa có chỉ tiêu tương đương với đất ở trạng thái dẻo cứng ($0,25 < IL \leq 0,5$; Ctc = 0,32 - 0,57 kG/cm^2 và $\varphi = 11^0 – 18^0$), đáp ứng yêu cầu kỹ thuật để thay thế cát san nền. Đất bùn cứng hóa đã tăng được cường độ kháng nén, tăng mô đun đàn hồi và tăng các chỉ tiêu cơ lý của nền san lấp. Kết quả nghiên cứu mở ra khả năng ứng dụng công nghệ cứng hóa đất bùn để san lấp mặt bằng thay thế cát tại Cà Mau nói riêng và đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) nói chung.

Từ khóa: *Xi măng, xỉ lò cao hoạt tính, tro bay, thạch cao, đất bùn cứng hóa.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hàng năm, ở Việt Nam công tác nạo vét khơi thông luồng lạch giao thông thủy, khu nuôi trồng thủy sản, kênh rạch thủy lợi..... với lượng bùn rất lớn. Các chủ đầu tư và đơn vị thi công thường chọn giải pháp đổ thải ra các bãi chứa, lãng phí mặt bằng và gây ô nhiễm môi trường. Trong khi đó, đất bùn này có thể tái sử dụng thành nguồn vật liệu san lấp có ích, làm tăng nguồn vật liệu san nền tại chỗ, đảm bảo nguồn cung ứng vật liệu cho các công trình xây dựng. Từ đó, có thể giảm giá thành xây dựng, góp phần bảo vệ môi trường.

Muốn tái sử dụng đất bùn vào mục đích xây dựng thì cần có giải pháp cải thiện chỉ tiêu cơ lý. Cứng hóa đất bùn thải là giải pháp sử dụng các chất phụ gia trộn với đất bùn để nâng cao các chỉ tiêu cơ lý của chúng đủ đáp ứng điều kiện xây dựng công trình. Nghiên cứu cứng hóa đất bùn làm vật liệu thay thế cát san lấp nền và đắp bờ bao là rất cần thiết [1 - 5]. Nghiên cứu này không chỉ có giá trị khoa học mà còn có ý nghĩa kinh tế xã hội rất lớn, góp phần phòng chống xói lở tại vùng ĐBSCL.

Nghiên cứu sử dụng các chất kết dính gồm xi măng, kết hợp với phụ gia khoáng hoạt tính (tro bay và xỉ lò cao) và một số hợp chất hóa học khác nhau để cứng hóa đất bùn nạo vét tại tỉnh Cà Mau. Thông qua thí nghiệm xác định các chỉ tiêu kỹ thuật của đất bùn cứng hóa đáp ứng được yêu cầu trong san lấp nền thay thế cát. Kết quả thí nghiệm trong phòng đã được triển khai thi công, xây dựng mô hình sử dụng bùn cứng hóa thay thế cát san nền với khối lượng 1.000 m^3 tại khu công nghiệp An Khánh, xã An Khánh, huyện U Minh, tỉnh Cà Mau. Kết quả thí nghiệm xác định một số chỉ tiêu kỹ thuật của đất bùn cứng hóa tại hiện trường, từ đó đánh giá để lựa chọn giải pháp thi công phù hợp.

2. VẬT LIỆU SỬ DỤNG THÍ NGHIỆM

2.1. Xi măng

Sử dụng xi măng PCB40 Hà Tiên để thiết kế và thi công mô hình, kết quả thí nghiệm một số tính chất của xi măng đạt yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 6260: 2009 [6].

2.2. Xỉ lò cao hoạt tính

Nghiên cứu sử dụng xỉ lò cao hoạt tính nghiền mịn Hòa Phát có chỉ số hoạt tính cường độ ở 28 ngày đạt 96%; thành phần hóa học và các chỉ

[1] Viện Thủy công
[2] Trường Đại học Thủy lợi
*Email: quanhtnt@gmail.com

tiêu cơ lý thỏa mãn TCVN 11586: 2016 [7] và BS EN 15167-1: 2006 [8].

2.3. Tro bay

Phụ gia khoáng tro bay của Nhà máy nhiệt điện Duyên Hải 1 được sử dụng trong nghiên cứu. Kết quả thí nghiệm một số tính chất của tro bay đạt yêu cầu theo TCVN1032: 2014 [9].

2.4. Thạch cao

Đã lựa chọn mẫu thạch cao công nghiệp do Công ty Hóa chất Vietchem cung cấp. Thạch cao đóng vai trò vừa là tác nhân hấp thụ nước trong đất bùn, giúp cho bùn nhanh cô đặc. Mặt khác, thạch cao tham gia vào quá trình phản ứng với sản phẩm thủy hóa của xi măng, kết hợp với các thành phần khoáng vật khác làm cho bùn nhanh đông cứng. Kết quả thí nghiệm các tính chất của thạch cao theo tiêu chuẩn TCVN 9807: 2013 [10], đạt mức chất lượng thuộc loại GN90 được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm các tính chất của thạch cao

TT	Các chỉ tiêu	Kết quả thí nghiệm
1	Hàm lượng sunfua trioxit (SO_3), %, không nhỏ hơn	42,27
2	Hàm lượng $CaSO_4.0,5H_2O$, %, không nhỏ hơn	92,93
3	Độ ẩm, %	0,86

2.5. Đất bùn

Mô hình được xây dựng tại xã Khánh An, huyện U Minh, tỉnh Cà Mau. Đây là khu vực nằm sát sông Ông Đốc, từ vị trí xây dựng công trình ra đến biển Tây dọc theo sông Ông Đốc khoảng 40 km. Đây là vùng nước lợ nên trong cấp phối chất kết dính sẽ dùng cho mô hình, nghiên cứu sử dụng với dạng công trình nước lợ (bùn nước lợ). Tính chất cơ lý gồm độ ẩm tự nhiên, khối lượng tự nhiên, khối lượng riêng của bùn khô, các chỉ tiêu Atterberg (giới hạn chảy, giới hạn dẻo, độ sệt), chỉ tiêu lực học (góc ma sát trong, lực dính) của mẫu bùn nước lợ thí nghiệm cứng hóa được trình bày trong bảng 2 [11, 12, 13, 14, 15].

Bảng 2. Chỉ tiêu cơ lý của mẫu bùn thí nghiệm

Ký hiệu mẫu	Độ ẩm tự nhiên	Khối lượng thể tích tự nhiên	Khối lượng riêng	Giới hạn Atterberg			Chỉ tiêu lực học		Ký hiệu
				Giới hạn chảy	Giới hạn dẻo	Độ sệt	Góc ma sát trong	Lực dính	
	W	γ_w	ρ_s	W_l	W_p	I_L	φ	C	
	%	g/cm^3	g/cm^3	%	%		độ	kPa	
Bùn nước lợ	82,2	1,47	2,53	72,0	41,8	1,38	2^{0}39’	14,0	BL

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM HIỆN TRƯỜNG SAN LẤP NỀN TẠI CÀ MAU

3.1. Phân tích lựa chọn vị trí mô hình

3.1.1. Theo tiêu chí vùng khó khăn vật liệu cát san lấp

3.1.1.1. Về cự ly các tỉnh đến các khu vực khai thác vật liệu cát

Cát xây trát (cát đen) và cát san lấp ở khu vực ĐBSCL thuộc hệ thống sông Mê Kông (sông Tiền, sông Hậu, sông Cổ Chiên, sông Hàm Luông) đều có cát với trữ lượng đáng kể, tập trung ở các tỉnh/thành Vĩnh Long, Cần Thơ, An Giang, Đồng Tháp, Bến Tre, các địa phương còn lại trữ lượng cát không nhiều. Với Cà Mau, Kiên Giang là các tỉnh nằm xa các mỏ cát đang hoạt động so với các tỉnh còn lại nên chi phí vận chuyển cát là rất cao.

3.1.1.2. Đánh giá nhu cầu sử dụng cát san lấp của một số tỉnh thuộc vùng ĐBSCL

Tỉnh Vĩnh Long có nhu cầu cát để san lấp mặt bằng hàng năm khoảng 1,5 - 2,0 triệu m^3, trong khi sản lượng khai thác cát của tỉnh dù có thể đạt 2 triệu m^3/năm nhưng hiện khai thác tại chỗ cũng chỉ đáp ứng được 80% nhu cầu cát san lấp.

Tỉnh Đồng Tháp có nhu cầu sử dụng cát khoảng 10 triệu m^3/năm, trong đó, cát xây dựng chiếm khoảng 10% khối lượng nhu cầu. Tỉnh chỉ có hai loại vật liệu để san lấp mặt bằng xây dựng, gồm cát sông và đất nông nghiệp.

Tỉnh Cà Mau có nhu cầu cát để san lấp mặt bằng hàng năm khoảng 3,5 - 4,0 triệu m^3, trong khi trên địa bàn tỉnh Cà Mau không có các mỏ khai thác cát được cấp phép, toàn bộ nguồn cát đều phải mua từ các mỏ trên khu vực sông Tiền, sông Hậu.

3.1.2. Theo yêu cầu về tính đại diện của bùn nạo vét các sông, kênh

Về cơ sở kỹ thuật cho thấy, bùn nạo vét kênh rạch Cà Mau có hàm lượng hữu cơ, cũng như các chỉ tiêu cơ lý khác nằm trong khoảng giá trị của bùn ĐBSCL, do vậy có thể cho rằng bùn tại vùng nước lợ và mặn của tỉnh Cà Mau có thể mang tính chất đại diện cho vùng ĐBSCL. Mẫu bùn lợ và mặn sẽ được sử dụng cho thiết kế lựa chọn cấp phối vật liệu cứng hóa bùn.

3.1.3. Theo tiêu chí phù hợp

Với nhu cầu nạo vét hàng năm của tỉnh Cà Mau một năm khoảng 1,5 - 2,0 triệu m^3, với kinh phí của các dự án là 1 m^3 đất bằng xáng cạp mất 15.000 đồng; tuy nhiên để có diện tích chứa 1 m^3 đất bùn nạo vét thì phải chi phí đền bù cho diện tích khoảng 30.000 - 50.000 đồng/m^2.

Mục tiêu của nghiên cứu là: Làm chủ công nghệ về vật liệu cứng hóa đất bùn nạo vét kênh mương để san lấp mặt bằng, đắp đê bao, bờ bao thay thế cát xây dựng và được áp dụng vào sản xuất tại tối thiểu một doanh nghiệp. Công ty CP xây dựng công trình Hồng Lâm là đơn vị tham gia phối hợp thực hiện nghiên cứu, cung cấp máy móc thiết bị và chuẩn bị mặt bằng. Đơn vị có khu mặt bằng rộng khoảng 5,0 ha tại Khu công nghiệp Khánh An, huyện U Minh phù hợp với điều kiện thử nghiệm xây dựng mô hình.

3.2. Xây dựng mô hình sử dụng bùn cứng hóa thay thế cát san nền với khối lượng 1.000 m^3

Mô hình được triển khai tại xã Khánh An, huyện U Minh, Cà Mau. Đây là khu vực nằm sát sông Ông Đốc, từ vị trí xây dựng công trình ra đến biển Tây dọc theo sông Ông Đốc khoảng 40 km. Vùng này là nước lợ nên trong cấp phối chất kết dính sẽ dùng cho mô hình, nghiên cứu sử dụng với dạng công trình nước lợ (bùn nước lợ). Mô hình được xây dựng trên khu mặt bằng có chiều dài 57,0 m, rộng 15,0 m.



Hình 1. Khu vực xây dựng mô hình sử dụng bùn cứng hóa thay thế cát san nền với khối lượng 1.000 m^3 ở Cà Mau

3.2.1. Khảo sát địa hình, địa chất, thiết kế cho mô hình

3.2.1.1. Các chỉ tiêu thiết kế

- Cao độ thiết kế trung bình: +1,50 m.
- Độ dốc san nền: 0,20%.
- San lấp mặt bằng: Khối lượng san lấp dự kiến: 1.000 m^3.
- Bóc hữu cơ toàn bộ bề mặt bằng 0,2 m: 114 m^3.
- Vét bùn ao dày 0,5 m: 285 m^3.
- Đắp bùn cứng hóa các lô thực tế: 1.164 m^3.

- Đắp đất ta luy: 781 m^3.

3.2.1.2. Công tác khảo sát địa hình

Bảng 3. Bảng khối lượng khảo sát và nghiệm thu công việc khảo sát địa hình

TT	Hạng mục công việc	Đơn vị	KL khảo sát		KL nghiệm thu	
			KL	ĐH	KL	ĐH
1	Thủy chuẩn hạng IV	km	1	IV	1	IV
2	Bình đồ, tỷ lệ 1/200, trên cạn	ha	0,25	IV	0,25	IV
3	Trắc ngang, trên cạn khu vực san lấp	100m	2	IV	2	IV
4	Cắt dọc tuyến ống bơm bùn	100m	5	IV	5	IV
5	Lập lưới đường chuyền cấp II	Điểm	4	IV	4	IV

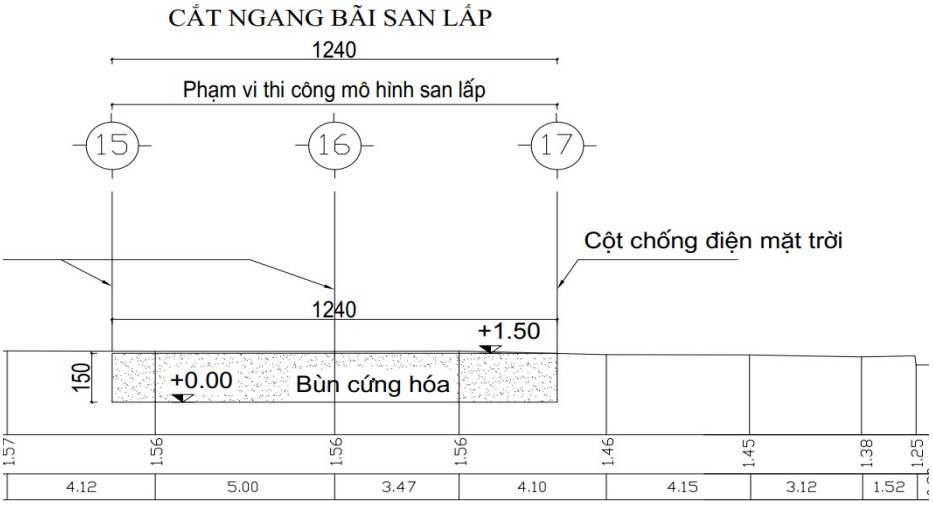
Ghi chú: KL: Khối lượng; ĐH: Địa hình.

3.2.1.3. Công tác khảo sát địa chất

Bảng 4. Bảng tổng hợp khối lượng khảo sát địa chất

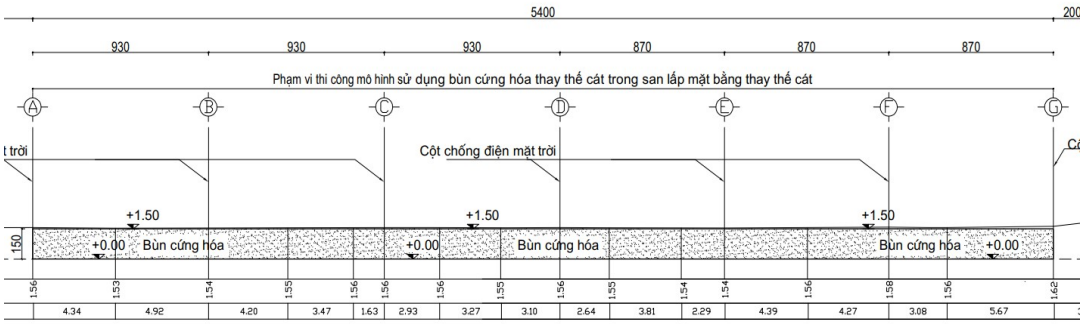
TT	Công tác thí nghiệm	Số lượng mẫu
1	Thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ lý với mẫu bùn nguyên dạng	4 mẫu (2 mẫu tại vị trí lấy bùn + 2 mẫu tại vị trí xây dựng)
2	Thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ lý với mẫu bùn không nguyên dạng	4 mẫu

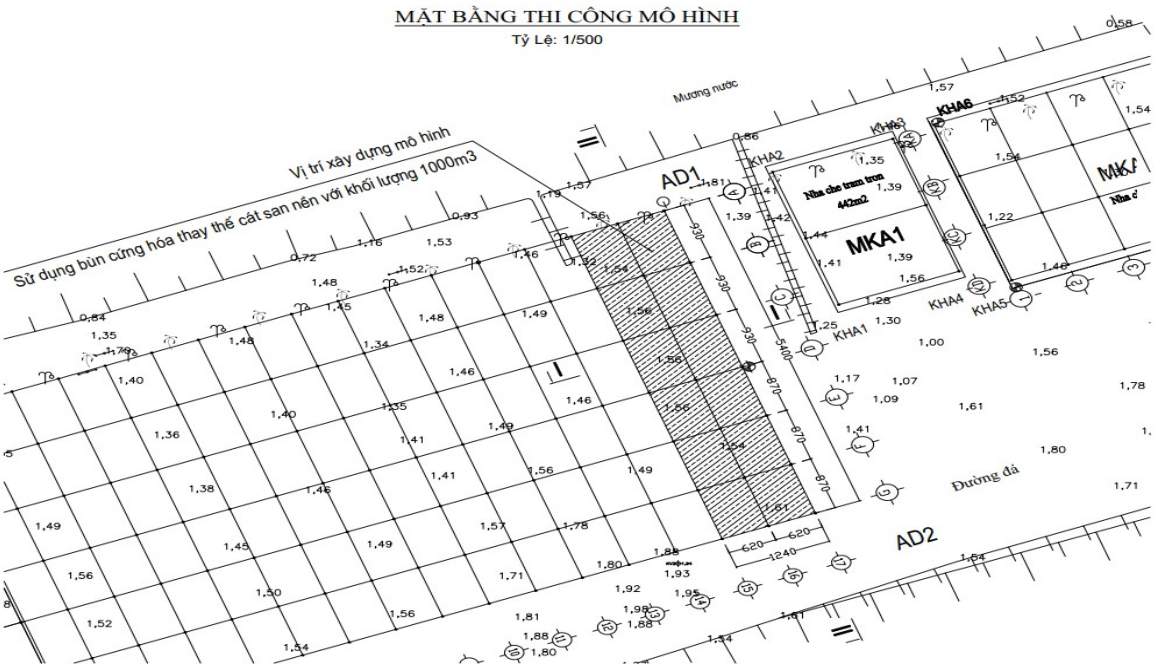
3.2.1.4. Thiết kế mô hình



CẮT DỌC THIẾT KẾ MÔ HÌNH SỬ DỤNG BÙN CỨNG HÓA ĐỂ SAN LẤP 1.000 M (MẶT CẮT II – II)

Tỷ Lệ: 1/250





Hình 2. Bản vẽ thiết kế mô hình san lấp mặt bằng 1.000 m^3

3.2.1.5. Kết luận thiết kế mô hình

- Về địa hình, địa mạo: Là khu vực nuôi trồng thuỷ sản, địa hình tương đối bằng phẳng, chênh lệch cao độ không đáng kể, cao độ vườn bình quân khoảng từ 0,70 - 1,50 m, vuông tôm từ 0,11- 0,25 m.

- *Về địa chất thuỷ văn:* Nước mặt ở sông Ông Đốc, độ sâu 3,5 – 5 m. Nước dưới đất liên thông với nước mặt ở lớp 2.

- *Về đặc điểm địa tầng:* Căn cứ vào tài liệu thực tế đã khảo sát tại hiện trường kết hợp với kết quả thí nghiệm trong phòng có thể nhận thấy đặc điểm địa tầng trong khu vực ứng với chiều sâu khảo sát tương đối đơn giản. Dựa vào đặc điểm phân bố của các lớp đất từ trên xuống có thể phân ra thành các lớp sau đây:

* Lớp 1: Từ 0 – 1,0 m là lớp đất san lấp, thành phần hỗn tạp gồm sét pha xám đen, xám tro lẫn chất hữu cơ.

* Lớp 2: Từ 1,0 - 14 m là lớp bùn sét màu xám, trạng thái chảy đến dẻo chảy.

* Lớp 3: Từ 14 m trở xuống là lớp đất sét, trạng thái nửa cứng, hoặc cát pha chặt vừa

Kiến nghị áp dụng cho thi công

Với những đặc điểm về điều kiện địa hình, địa chất điều tra khảo sát được tại khu vực xây dựng công trình kết hợp với đặc điểm về quy mô tải trọng, tính chất của hạng mục trong công trình, một số kiến nghị được đề xuất như sau: (1). Trước khi tiến hành xây dựng cần tạo mặt bằng sạch để cho quá trình thi công đảm bảo an toàn, hiệu quả. (2). Kiến nghị sử dụng cấp phối cho 1 m^3 bùn nước lợ thuộc tỉnh Cà Mau (Bảng 5). (3). Trong quá trình tổ chức thi công cần đối chiếu với thực tế để có thể điều chỉnh lại tỷ lệ cấp phối phụ gia, đảm bảo tính bền vững của công trình cũng như hiệu quả kinh tế - xã hội.

Bảng 5. Cấp phối kiến nghị sử dụng cho thi công mô hình

Cấp phối	Xi măng (%)	Xỉ lò cao (%)	Tro bay (%)	Thạch cao (%)
T46	4,6	2,5	1,0	0,5

3.2.2. Yêu cầu kỹ thuật thi công của mô hình

- Công tác xác định vị trí thi công trên thực địa được thực hiện bằng máy toàn đạc điện tử kết hợp với thước thép để xác định và dùng cọc tre đóng xuống nền hiện trạng để đánh dấu các vị trí.

- Sử dụng máy đào kết hợp các thiết bị cơ giới khác tiến hành đào bỏ lớp đất hữu cơ. Đất hữu cơ được đào bỏ hết khỏi phạm vi san lấp. Trong quá trình thi công nếu nước mặt nhiều thì phải tiến hành bơm hút cạn nước.

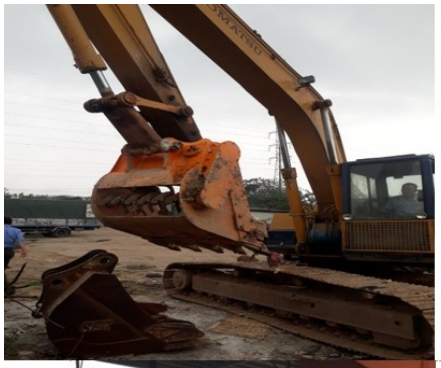
- Tiến hành nghiệm thu bóc lớp đất hữu cơ, bao gồm: Cao độ, kích thước hình học.

- Đất bùn được vận chuyển vào khuôn san lấp bằng bơm.

- Tiến hành cứng hóa bùn bằng các phụ gia theo thiết kế. Trong quá trình trộn (cứng hóa) nếu độ ẩm bùn nạo vét bị khô cần sử dụng bơm nước để tưới ẩm đất đảm bảo độ ẩm tối ưu. Quá trình trên được tiến hành lặp đi lặp lại và được thi công đến cao độ thiết kế.

3.2.3. Công tác tổ chức thi công xây dựng mô hình

Bước 1: Chuẩn bị máy thi công và các thiết bị, vật liệu chất kết dính: Xi măng, tro bay, xỉ lò cao và thạch cao.






Bước 2: Xác định mặt bằng, phạm vi thi công; đào đắp khuôn ô san nền.




Bước 3: Bơm bùn vào mặt bằng san lấp, tiến hành thoát nước mặt chuẩn bị thi công cứng hóa.




Bước 4: Lấy mẫu kiểm tra lại các tính chất của bùn và nước được bơm vào ô thí nghiệm.




Bước 5: Trộn các vật liệu, phụ gia dùng để cứng hóa bùn nạo vét theo tỷ lệ thiết kế.

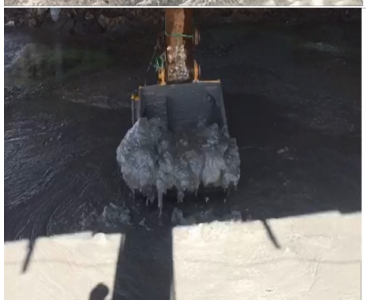



Bước 6: Rải phụ gia cứng hóa vào mặt bằng mô hình cứng hóa đã chuẩn bị trước.




Bước 7: Sử dụng thiết bị trộn có gắn gầu múc cải tiến của Viện Thủy công để trộn bùn + phụ gia cứng hóa. Thi công theo các ô đã phân chia tùy thuộc vào sắp xếp thi công tại hiện trường.






Bước 8: Theo dõi, khoan lấy mẫu kiểm tra chất lượng công trình.






4. KẾT LUẬN

Trên cơ sở các kết quả thí nghiệm một số cấp phối vật liệu thiết kế cứng hóa đất bùn nạo vét thuộc ĐBSCL, đã lựa chọn được cấp phối vật liệu hợp lý để thi công mô hình cho nền bãi san lấp tại công trình xây dựng: "*Sử dụng bùn cứng hóa để san lấp mặt bằng với khối lượng 1.000 m³*" để đưa ra cái nhìn khách quan, cụ thể nhất về tác dụng của phụ gia cứng hóa đất bùn đối với khả năng gắn kết các loại vật dạng hạt (cát, sét, bùn…) khi đánh giá chất lượng bùn cứng hóa trong các công trình san lấp mặt bằng.

Cường độ của lớp bùn cứng hóa sử dụng trong san lấp thực tế có thể thấp hơn kết quả thí nghiệm trong phòng kiểm tra, điều này có thể do điều kiện thi công, khả năng trộn đều các vật liệu phụ gia và bùn trong quá trình thi công, lượng nước trong hỗn hợp (độ ẩm), …. Tuy nhiên, tất cả các kiểm tra hiện trường vẫn đảm bảo yêu cầu đề ra của nghiên cứu là sử dụng bùn cứng hóa thay thế cát trong san lấp và tương đương với đất trạng thái dẻo cứng ($0,25 < I_L \leq 0,5$; Ctc = 0,32 0,57 kG/cm^2 và $\varphi = 11^o$ 18^o).

Kết quả thực nghiệm trong phòng kiểm tra các chỉ tiêu của bùn cứng hóa sử dụng trong san lấp mặt bằng tại mô hình thử nghiệm cho thấy, hỗn hợp vật liệu đã tăng được cường độ kháng nén, tăng mô đun đàn hồi, các chỉ tiêu cơ lý của nền san lấp. Kết quả này mở ra khả năng ứng dụng công nghệ cứng hóa đất bùn nạo vét để sử dụng trong san lấp mặt bằng thay thế cát tại tỉnh Cà Mau nói riêng và ĐBSCL nói chung.

LỜI CẢM ƠN!

Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn sự hỗ trợ của đề tài khoa học và công nghệ: "Nghiên cứu công nghệ cứng hóa đất bùn nạo vét để sử dụng trong san lấp mặt bằng thay thế cát", Mã số ĐTĐL.CN-33/19.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. D. N. Little and N. Syam (2006). Introduction to Soil Stabilization, Understanding the Basics of Soil Stabilization%: An Overview of Materials and Techniques. *Caterpillar*, vol. 7, no. January, pp. 1-16,.

2. D. Wang, N. E. Abriak, and R. Zentar (2013). Strength and deformation properties of Dunkirk marine sediments solidified with cement, lime and fly ash. *Eng. Geol.*, vol. 166, pp. 90-99.

3. Huang Y. and Lin Z. S. (2010). Investigation on phosphogypsum-steel slag-granulated blast-furnace slag-limestone cement. Construction and Building Materials, 24, 1296-1301.

4. Hadi M. N. S., Farhan N. A., and Sheikh M. N. (2017). Design of geopolymer concrete with GGBFS at ambient curing condition using Taguchi method. *Construction and Building Materials*, 140, 424-431.

5. L. Yu and M. Djunaidy. A Vacuum

Consolidation Method Application Case for Improving Dredging Slurry.

6. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6260: 2009. Xi măng Poóc lăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật.

7. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 11586: 2016. Xỉ hạt lò cao nghiền mịn dùng cho bê tông và vữa.

8. BS EN 15167-1: 2006. Ground granulated blast furnace slag for use in concrete, mortar and grout Definitions, specifications and conformity criteria.

9. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 1032: 2014. Phụ gia hoạt tính tro bay dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng.

10. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9807: 2013. Thạch cao dùng để sản xuất xi măng.

11. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4199: 1995. Đất xây dựng - Phương pháp xác định sức chống cắt trong phòng thí nghiệm ở máy cắt phẳng.

12. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 4196: 2012. Đất xây dựng - Phương pháp xác định - Độ ẩm và độ hút ẩm trong phòng thí nghiệm.

13. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 4197: 2012. Đất xây dựng - Phương pháp xác định - Giới hạn dẻo và Giới hạn chảy trong phòng thí nghiệm.

14. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 4198: 2014. Đất xây dựng - Phương pháp phân tích thành phần hạt trong phòng thí nghiệm.

15. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 4195: 2012. Đất xây dựng - Phương pháp xác định - Khối lượng riêng trong phòng thí nghiệm.

THE RESULTS OF EXPERIMENTAL RESEARCH USE STABILIZED DREDGING SOIL MATERIAL TO REPLACE SAND IN CA MAU PROVINCE

Ngo Anh Quan[1], Do Viet Thang[1], Nguyen Tien Trung[1], Tran Chi Thanh[1], Nguyen Quang Phu[2]

[1]Hydraulic Construction Institute

[2]ThuyLoi University

Summary

The article publishes the results of research on the model of using stabilized dredging soil to replace sand in construction site leveling. The research topic of using mixtures (*cement, fly ash, ground blast furnace slag and gypsum*) to harden dredged mud as a substitute for sand is very necessary in construction areas where natural sand is scarce. The stabilized dredging soil that meets the technical requirements has criteria equivalent to soil in hard plastic state ($0.25< i_l \leq 0.5$; c_{tc} = 0.32 - 0.57 kG/cm^2 and $\varphi = 11^o - 18^o$), meeting the technical requirements to replace sand leveling. The stabilized dredging soil has increased compressive strength, increased elastic modulus and increased mechanical and mechanical parameters of the leveling ground. The research results open up the possibility of applying dredged mud hardening technology for replacing sand in ca mau in particular and the whole Mekong delta region.

Keywords: *Cement, ground blast furnance slag, fly ash, gypsum, stabilized dredging soil.*

Người phản biện: PGS.TS. Lê Văn Hùng
Ngày nhận bài: 12/7/2023
Ngày thông qua phản biện: 14/8/2023
Ngày duyệt đăng: 21/8/2023

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ KHOAN PHỤT NATRI - SILICATE ĐỂ XỬ LÝ SỰ CỐ THẤM CÔNG TRÌNH THỦY LỢI

Nguyễn Văn Chính[1,*], Nguyễn Quang Bình[1],
Chu Việt Thức [2], Nguyễn Thanh Tuấn[2]

TÓM TẮT

Với các dạng khuyết tật thấm công trình thủy lợi (CTTL), vấn đề an toàn cho công trình được coi trọng từ lâu, nhiều biện pháp công trình đã được triển khai và đạt được những thành tựu nhất định, trong đó có giải pháp khoan phụt xử lý thấm. Các biện pháp như khoan phụt chỉ sử dụng xi măng, xi măng - bentonite trong nền có dòng chảy ngầm, dòng thấm sẽ cuốn trôi các hạt xi măng, xi măng - benotnite trước khi các hạt xi măng liên kết lại với nhau. Điều này thúc đẩy công nghệ khoan phụt hóa chất (KPHC) ra đời với ưu điểm đóng rắn nhanh ngay cả trong môi trường dòng thấm có áp với lưu lượng lớn. Trong đó vật liệu dùng cho KPHC có nguồn gốc Silicate được coi là thông dụng và hiệu quả hơn cả với đặc tính đóng rắn trong thời gian ngắn, có thể điều chỉnh từ vài giây tới vài chục giây, đồng thời vẫn đảm bảo về yêu cầu gia cố nền, cũng như độ bền của công trình. Nghiên cứu này tổng quan về các sự cố thấm và giải pháp xử lý sự cố thấm CTTL và ứng dụng công nghệ KPHC sử dụng Natri silicate. Kết quả nghiên cứu này sẽ góp phần quan trọng củng cố cơ sở lý luận cho giải pháp KPHC để triển khai áp dụng rộng rãi trong thời gian tới.

Từ khóa: *Công trình thủy lợi, khoan phụt chống thấm, Silicate.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vật liệu khoan phụt chống thấm gốc xi măng cho đến nay vẫn được coi là vật liệu phổ biến nhất được sử dụng rộng rãi. Tuy nhiên, xi măng bị giới hạn bởi kích thước hạt để đi vào các vết nứt và hoạt động kém đối với các yêu cầu chống thấm trong môi trường dòng thấm có áp như đường hầm, vì vậy việc có thể đạt được độ thâm nhập tốt hơn cần giải pháp sử dụng KPHC. Thông thường, các vật liệu đặc trưng cho vữa hóa học là Natri silicate, acrylate, lignin, polyurethane, acrylamide và resin, trong đó Silicate đã được sử dụng làm vật liệu khoan phụt. Ở Thụy Điển, trong thảm họa môi trường bùng phát liên quan đến vật liệu vữa acrylamide trong đường hầm Hallandsas, tính tương thích với môi trường của vật liệu chà ron được ưu tiên cao. Trong khi các hạt nano silicate được coi là không độc hại, chủ yếu là do tính không ổn định của chúng trong nước ngầm, điều này có tầm quan trọng hàng đầu đối với sự phát triển bền vững. Do đó, trong khoan phụt đất đá, vữa gốc hạt nano silicate được sử dụng thay thế cho vữa gốc phân tử hữu cơ vì có thể đạt được khả năng thẩm thấu cao do kích thước hạt nhỏ[1, 2].

Cho đến nay công nghệ khoan phụt Silicate đã được áp dụng triển khai rộng rãi trên thế giới và đã cho thấy hiệu quả chống thấm ưu việt. Tại Việt Nam, một số công trình đã sử dụng công nghệ khoan phụt Silicate chống thấm như hệ thống cống ngăn mặn, ngọt ở Cà Mau. Tuy nhiên do là công nghệ mới, việc triển khai tại Việt Nam mới chỉ dừng lại ở giai đoạn áp dụng thi công trong một số điều kiện địa chất nền cụ thể, chưa có nghiên cứu cho các loại hình công trình thủy lợi (CTTL) khác nhau. Ở Việt Nam cũng chưa có nghiên cứu chuyên sâu nào về công nghệ khoan phụt Silicate trong công tác chống thấm có tính khẩn cấp như các sự cố thấm CTTL vào mùa lũ.

Nghiên cứu này giới thiệu công nghệ khoan phụt Silica-Sol và khả năng ứng dụng trong chống thấm CTTL. Các vấn đề nghiên cứu cần quan tâm

[1] Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam
[2] Trường Đại học Điện lực
[*] Email: nguyenvanchinhcivil@gmail.com

như khả năng chống thấm của màng khoan phụt Silicate được thể hiện thông qua hệ số thấm của hỗn hợp vật liệu sau khi được hình thành bởi quá trình khoan phụt xuống nền, độ bền của vật liệu chống thấm, công nghệ và dây chuyền thi công ảnh hưởng như thế nào tới khả năng xâm nhập và hiệu quả chống thấm của vật liệu khoan phụt gốc Silicate.

2. TỔNG QUAN VỀ SỰ CỐ THẤM VÀ GIẢI PHÁP KHOAN PHỤT XỬ LÝ SỰ CỐ THẤM CHO CÔNG TRÌNH THỦY LỢI

2.1. Các sự cố thấm công trình thủy lợi

Công trình thủy lợi đóng vai trò quan trọng trong quá trình phát triển kinh tế - xã hội của đất nước, góp phần ổn định phát triển bền vững tài nguyên nước. Tuy nhiên, phần lớn các công trình này đã trải qua nhiều năm khai thác sử dụng, đến nay có nhiều hạng mục bị hư hỏng, xuống cấp, ảnh hưởng nghiêm trọng đến kết cấu công trình, khả năng cung cấp nước phục vụ sản xuất và sự an toàn của công trình. Vì vậy, việc việc chống thấm trở nên quan trọng trong công tác đảm bảo an toàn CTTL [3].

Đối với các công trình thủy lợi – thủy điện, khi xuất hiện các dấu hiệu rò rỉ thấm, hay xói, quá trình này diễn ra từ từ bởi vật liệu chính thường là vật liệu chứa hạt sét, hạt bụi, khi xảy ra xói ngầm, dòng nước sẽ lôi cuốn nhóm hạt mịn, rồi chuyển dần đến các hạt to hơn. Các biện pháp xử lý chống thấm như khoan phụt, làm tầng lọc ngược để xử lý sự cố này vì quá trình xói ngầm xảy ra từ từ. Tuy nhiên, đối với các sự cố thấm (đặc biệt là xói ngầm) ở nền công trình đê, cống, trạm bơm xuất hiện trong mùa lũ, nếu xói ngầm phát sinh ở nền công trình có thể gây ra lún nhiều, lún không đều, mất ổn định, làm biến dạng và phá hoại công trình. Do vậy, đối với những công trình này thì yếu tố quan trọng nhất là thời gian bịt miền thoát, thời gian bịt càng nhanh càng hiệu quả, mặc dù vấn đề thấm qua công trình thủy lợi là không tránh khỏi, tuy nhiên thấm phải ở mức độ cho phép. Một số hiện tượng thấm qua các dạng công trình thủy lợi điển hình cần phải xử lý, ở hệ thống đê sông Hồng, sông Thái Bình đó là: Thấm qua công trình đập đất; thấm qua đê sông; thấm qua công trình cống...

2.2. Các giải pháp khoan phụt truyền thống xử lý sự cố thấm CTTL

Với các dạng thấm được nêu ở trên, vấn đề an toàn cho công trình đã được Việt Nam coi trọng từ lâu và nhiều biện pháp công trình đã đạt được những thành tựu nhất định, trong đó có giải pháp khoan phụt xử lý thấm.

Kỹ thuật khoan phụt cho đến nay là một trong những kỹ thuật xử lý nền móng được áp dụng rộng rãi và phổ biến nhất trong xây dựng công trình thủy lợi, thủy điện. Kỹ thuật này lấp đầy các khoảng trống trong đất đá, tăng khả năng chống thấm và cường độ khi vữa được đông cứng hoặc nén chặt đất đá. Khi phụt vữa vào môi trường đất đá rỗng xốp đồng nhất, vữa phụt có thể đẩy không khí và nước thoát ra bên ngoài [4]. Khi đưa vào đất các chất kết dính như xi măng, xi măng – bentonite, bitum… sẽ xảy ra những tương tác phức tạp về hóa lý, hóa học giữa đất và đá. Do quá trình hóa học, hóa lý xảy ra các mối liên kết kiến trúc mới được hình thành, các mối liên kết này khá bền vững, đồng thời mật độ của đất, đá tăng lên, cuối cùng tăng độ bền và độ ổn định, giảm khả năng thấm nước. Kết quả sẽ làm thay đổi về bản chất và tính chất cơ lý của đất, đá. Đảm bảo nền ổn định về mặt cường độ khi công trình chịu tải trọng ngang lớn, tạo màng chống thấm dưới nền các công trình thủy công, làm giảm tính thấm nước và áp lực đẩy nổi của nước ngầm tác dụng vào công trình.

Hiện nay, có nhiều biện pháp khoan phụt như: Khoan phụt thuần áp: Sử dụng áp lực nén để đưa chất kết dính (xi măng, đất sét, hoá chất,...) vào trong đất dưới một áp lực phù hợp; khoan phụt ép đất là sử dụng vữa phụt có áp lực, ép vữa chiếm chỗ của đất. Biện pháp này thường được sử dụng trong xử lý nền đất yếu; khoan phụt thẩm thấu là lợi dụng dòng thấm để lan tỏa/đưa chất kết dính đến vị trí cần thiết; khoan phụt kiểu tia - tạo cọc đất xi măng): Trước tiên đưa cần khoan đến đáy cọc dự kiến thì dừng lại và bắt đầu bơm vữa xi măng phụt ra thành tia ở đầu mũi khoan, vừa bơm vữa vừa xoay cần khoan rút lên làm cho các phần

tử đất xung quanh lỗ khoan bị xói tơi ra, hòa trộn với vữa phụt, sau đó đông cứng tạo thành một cọc (cột) đồng nhất. Ưu điểm là có thể được sử dụng trên hầu hết mọi nền đất yếu và cát, đất sét, sỏi; khả năng xử lý ở những chiều sâu cục bộ và chiều sâu lớn tới hơn 50 m, có thể xử lý dưới móng hoặc kết cấu hiện có mà không cần ảnh hưởng đến công trình; hiệu quả cao, ít ảnh hưởng đến môi trường; .v..

2.3. Đánh giá hiệu quả các phương pháp khoan chống thấm truyền thống

Ở Việt Nam, các công nghệ khoan phụt đã được ứng dụng nhiều trong thực tiễn tại các công trình xây dựng nói chung, công trình thủy lợi nói riêng. Tuy nhiên, hầu như mới chỉ dùng xi măng làm chất kết dính là chính. Hiệu quả của phương pháp này chưa cao do bị hạn chế trong môi trường nước có áp, có dòng chảy, đất có nhiều hữu cơ. Khoan phụt thuần áp truyền thống và khoan phụt thẩm thấu sử dụng xi măng bị hạn chế trong đất hạt mịn, đất bùn do kích thước hạt xi măng lớn. Xu hướng khắc phục những trở ngại trên là sử dụng vật liệu hóa chất tạo thành hỗn hợp có khả năng đóng rắn nhanh, chống thấm tốt ngay cả đối với môi trường nền có dòng thấm áp lực cao.

3. ỨNG DỤNG GIẢI PHÁP KPHC SỬ DỤNG NATRI SILICATE TROGN CHẤM THẤM SỰ CỐ CTTL

3.1. Giải pháp sử dụng Natri silicate trong chống thấm sự cố CTTL

Các loại vật liệu dùng để tạo vật liệu phụt hóa chất, mỗi loại có những tính chất, đặc điểm riêng mà dựa vào các ưu, nhược điểm của chúng để sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau (Bảng 1).

Bảng 1. Tính chất cơ bản của một số loại vật liệu hóa chất thông dụng

Vật liệu	Khả năng thâm nhập	Độ bền	Khả năng ứng dụng	Khả năng độc hại	Tính dễ cháy	Giá thành thi công
Silicate	H	M	H	L	N	L
Acrylate	H	M	H	M	L	H
Lignin	H		H	H	L	H
PU	M	H	M	H	H	H
Resin	L	H	M	H	M	H

Trong đó: N: không cháy (non-flame); L: thấp (Low); M: trung bình (moderate); H = Cao (high).

Bảng 2. Ứng dụng điển hình của các loại vật liệu hóa chất

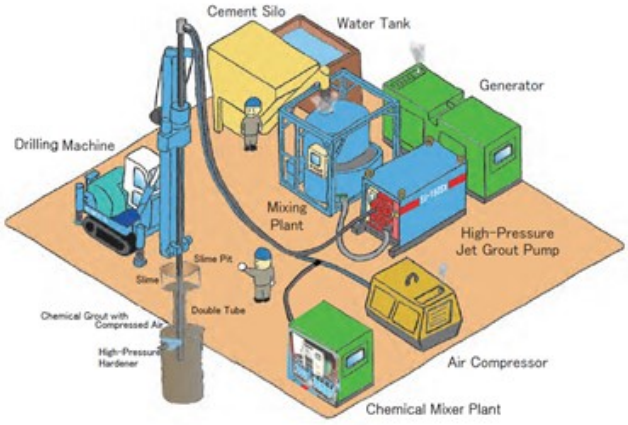
Ứng dụng	Natri Silicate	Acrylate	Lignin	PU	Resin
Tăng độ bền	C	C	C	R	R
Giảm tính thấm	C	C	C	U	R
Sửa chữa bê tông	U	U	U	C	C
Sửa chữa hệ thống thoát nước	U	U	U	C	C
Chuyền tải và chống đỡ	U	U	U	C	U
Neo công trình	R	R	R	U	C

Trong đó: C= Thường được sử dụng, U= Sử dụng, R = Ít sử dụng.

Bảng 1 và 2 cho thấy, vật liệu dùng trong KPHC có nguồn gốc Natri silicate là loại vật liệu thông dụng. Hiện nay nhu cầu cấp thiết là tìm kiếm một loại vật liệu khoan phụt thân thiện với môi trường để xử lý chống thấm nền công trình. Natri silicate ngày càng được sử dụng rộng rãi trong một số lĩnh vực khác nhau, trong đó có lĩnh vực KPHC. Việc khoan phụt các tầng có thể có các mục đích khác nhau như ổn định cát rời, chống rò rỉ,…[5].

Ưu điểm của khoan phụt Silicate là ngoài khả năng xâm nhập, còn có khả năng kiểm soát được thời gian keo hóa. Với các công nghệ khoan phụt truyền thống trước đây, khi muốn áp đặt các thông số áp lực phụt và vật liệu phụt, chủ yếu dựa vào kinh nghiệm hoặc thực nghiệm, thời gian dự kiến phụt cũng không thể dự đoán trước. Với Silica sol, thời gian keo hóa có thể kiểm soát, thời gian phụt tại một lỗ có thể thay đổi từ một vài phút đến vài giờ. Thời gian keo hóa sẽ tác động đến bán kính

xâm nhập, thời gian keo hóa ngắn thì bán kính xâm nhập ngắn và ngược lại. Tại Việt Nam, ngoài nhu cầu chống thấm khẩn cấp trong ngành thủy lợi, khoan phụt Silicate còn được áp dụng nhiều trong xây dựng các công trình ngầm. Từ năm 2019, Việt Nam bắt đầu nghiên cứu đầu tư dây chuyền và thi công thành công công nghệ khoan phụt Silicate ở một số công trình như xử lý sự cố thấm bản đáy cống T21 huyện U Minh, tỉnh Cà Mau sử dụng Thủy tinh nước có hàm lượng SiO_2 30%~50%, nồng độ Mol ~2,83 và xi măng tạo ra hiệu quả của tường chống thấm sau khi khoan phụt đạt hệ số thấm $K \leq 10^{-4}$ cm/s [6].



Hình 1. Sơ đồ thiết bị thi công khoan phụt Silicate



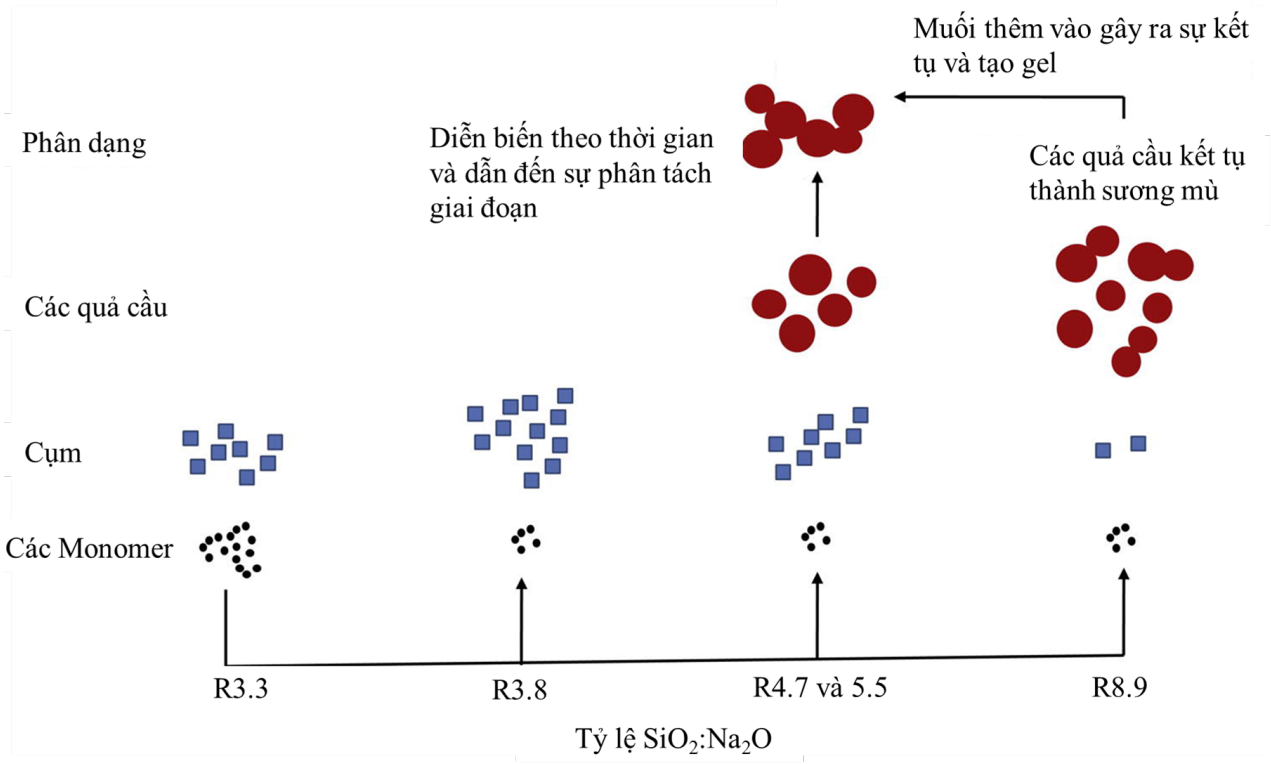
Hình 2. Xử lý cống đập xà lan ở tỉnh Cà Mau bằng khoan phụt Silicate

Để phụt dung dịch Silicate vào nền hiện nay có 2 phương pháp: Phương pháp hai dung dịch và phương pháp một dung dịch. Phương pháp hai dung dịch còn gọi là phương pháp phụt hai bước: Trước tiên dung dịch Natri siicate được phụt vào môi trường đất, đá. Tiếp theo phụt dung dịch axit hoặc muối vô cơ. Phương pháp một dung dịch là phụt vào nền hoặc thân công trình hỗn hợp hóa chất gồm dung dịch Natri silicate và axit hoặc Natri silicate và muối vô cơ. Việc lựa chọn phương pháp khoan phụt nào phụ thuộc vào điều kiện địa hình, địa chất và nền khoa học kỹ thuật và tính kinh tế.

3.2. Cơ sở lý thuyết vữa hóa học có nguồn gốc Natri silicate

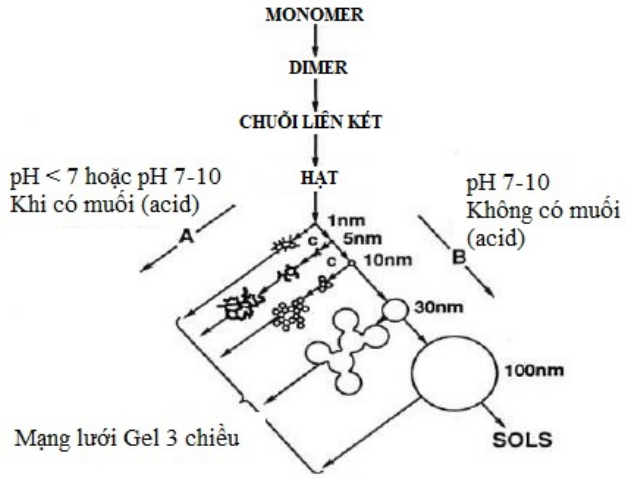
Natri silicate là một sản phẩm hóa học được sử dụng trong nhiều ngành công nghiệp, trong địa kỹ thuật, nó đã được dùng như một loại vữa hóa học trong nhiều thập kỷ. Natri silicate thường bao gồm silica, natri oxit và nước.

Công thức có thể được mô tả là $xSiO_2 : Na_2O$ (x: tỷ lệ mol của SiO_2: Na_2O). Vì khối lượng phân tử của SiO_2 và Na_2O gần bằng nhau nên tỉ lệ phân tử thường biểu thị tỉ lệ khối lượng của SiO_2: Na_2O. Ngoài ra, bằng cách thay đổi tỷ lệ cát silicate và tro soda trong quá trình sản xuất, có thể thu được các tỷ lệ khối lượng khác nhau. Hầu hết các đặc tính của Natri silicate được xác định bởi tỷ lệ SiO_2: Na_2O. Hàm lượng silicate (SiO_2) chi phối hoạt động cơ học của gel, sự gia tăng silicate dẫn đến gel mạnh hơn, ngoài ra sự trung hòa của thành phần kiềm kiểm soát hình thức của gel. Độ nhớt và mật độ silicat phụ thuộc vào tổng hàm lượng rắn (% SiO_2 + % Na_2O) [8 -10]. Nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng silicat là một hỗn hợp phức tạp của các phân tử silicat (như monome, chất dimers, trimers, oligomer, chuỗi, vòng của anion silicat, v.v.). Sự gia tăng tỷ lệ khối lượng có thể dẫn đến sự gia tăng tương ứng của kích thước phân tử. Nordstrom và cs (2013) [7] đã chứng minh rằng, tỷ lệ khối lượng ảnh hưởng đến kích thước, hình dạng, cấu trúc bên trong, sự phân bố cấu trúc phân tử và mức độ ngưng tụ Silicate. Cụ thể, các phân tử có khối lượng phân tử thấp có xu hướng giảm số lượng và Silicate bắt đầu hình thành cụm khi tỷ lệ trọng lượng tăng từ 3,30 lên 8,90 [7], [10].



Hình 3. Sơ đồ các thành phần chính của Natri silicate ở các tỷ lệ SiO_2: Na_2O khác nhau [7]

Trong lĩnh vực xử lý chống thấm gia cố đất, nền, khi nói đến TTL tức là nói đến dung dịch Natri Silicate (Na_2O $nSiO_2$). Dung dịch TTL có tỷ trọng 1,4 -1,42 g/cm^3, có độ pH là 8 - 12 nên dung dịch có tính kiềm và tan trong nước. Kích thước của các hạt lớn nhất khoảng 500 nm. Silica-sol là dung dịch chứa các hạt Colloidal silica có mật độ tập trung nhưng kích thước của các hạt vẫn giữ trong mức giới hạn. Thông thường Silica có mật độ chừng 40% và kích thước các hạt chừng 20 nm. Chúng ổn định trong dung dịch chứa nước nhờ có các cation Na_2O. Việc tạo ra Silica-sol bằng cách trộn Sodium Silicate với nước và với một axit. Khi đó dung dịch sẽ bắt đầu quá trình trao đổi ion và tính kiềm trong dung dịch sẽ giảm xuống nhanh chóng. Ở trạng thái này, các phần tử axit sẽ bắt các nanomer ion silicate. Chúng sẽ tiếp tục liên kết, biến đổi (kết nối các hạt lại với nhau) để tạo ra dung dịch Silica-sol khi độ pH, nhiệt độ và áp suất thay đổi. Có thể điều khiển quá trình polyme hóa của chúng để tạo ra sản phẩm Silica-sol theo yêu cầu sử dụng (0).



Hình 4. Quá trình Polyme hóa để thành Silica-Sol [11]

Với việc cho thêm axit hoặc muối, các hạt huyền phù sẽ kết nối tạo thành gel (A). Còn trong môi trường alkali (kiềm), các hạt sẽ kết nối và tạo ra các hạt to hơn nhưng không tạo gel được (B) [12]. Một phân tử monomer SiO_4 bắt đầu tiến về phía các phân tử khác tạo ra hạt kép (dimer) tức là monomer có 2 phần tử giống nhau. Quá trình kết hợp tiếp diễn sau đó tạo ra chuỗi liên kết và hình thành các hạt. Sau khi hình thành các hạt, có 2 khả năng tạo ra sản phẩm mới khác nhau. Khi mật độ các hạt monomer cao, trường hợp pH nhỏ hơn 7 hoặc trường hợp pH = 7 - 10 nhưng không có muối

(hoặc axit) thì các hạt kết nối và to ra về kích thước (B). Còn nếu trong môi trường có muối (hoặc axit) và pH = 7 - 10 thì các hạt sẽ không hình thành được và tạo gel (A). Quá trình (A) là quá trình mà chúng ta tạo ra vật liệu phụt như mong muốn, tức là phải thêm muối (hoặc axit) vào dung dịch. Nhưng muốn sản phẩm có độ bền bề mặt cao thì các hạt tạo gel phải nhỏ và ngược lại [11].

Phản ứng của TTL với axit sunfuric:

$$Na_2O_nSiO_2 + H_2SO_4 + mH_2O \Rightarrow nSiO_2.(m-1)\,H_2O + Na_2SO_4$$

Axit silisic ban đầu được tạo ra dưới dạng các hạt gel $SiO_2.2nH_2O$.

Quá trình ngưng tụ: Khi nồng độ các hạt gel tăng lên thì từ trạng thái sol, dung dịch gel sẽ chuyển sang trạng thái gel.

Trong đó: m là số phân tử nước; n là modun silicat.

Dung dịch Natri silicate có thành phần là $Na_2O.nSiO_2$, trong đó n là modun silicate.

$$n = \frac{SiO_2}{Na_2O}$$

Khi trộn dung dịch Natri silicate với dung dịch axit hoặc dung dịch muối vô cơ thì được gọi là Silica-sol. Khi phụt dung dịch Silica-sol vào đất đá nền, quá trình tạo keo sẽ đẩy nước ra khỏi các hạt đất và làm tăng tính chống thấm cho đất và cứng hóa. Vật liệu phụt này sẽ làm tăng tính dính của đất đá, làm giảm hệ số thấm và làm đất đá cứng hơn, thời gian gel hóa có thể điều chỉnh được. Thời gian gel (thời gian đông lại) là khoảng thời gian giữa đầu pha trộn của các thành phần đến thời gian hình thành Gel. Trong lĩnh vực khoan phụt vữa hóa học, kiểm soát thời gian tạo gel có tầm quan trọng, nó ảnh hưởng đến khả năng bơm phụt hay sử dụng vữa vào các mục đích khác nhau. Có thể nói thời gian gel là một tính năng đặc biệt của vữa hóa học, tùy theo mục đích cụ thể mà công dụng của nó chính là kích hoạt hoặc ức chế vữa. Các chất khác nhau, sẽ khiến cho tốc độ phản ứng xảy ra khác nhau. Tùy theo từng yêu cầu cụ thể mà có thể sử dụng các chất phản ứng khác nhau để tạo thành vữa hóa học [11].

Dựa vào các cơ sở lý luận kể trên, việc thiết kế cấp phối hỗn hợp vật liệu KPHC là cần thiết để đảm bảo các yêu cầu về tính công tác trong thi công, thời gian gel nhanh chóng và đảm bảo khả năng gia cố nền công trình.

3.3. Tình hình nghiên cứu sử dụng Silicate làm vật liệu chống thấm

Tausch và Peremba (1979) [1] thử nghiệm trên cát được trộn với gel natri aluminat hàm lượng 10% Natri silicate và đưa ra kết luận rằng, hàm lượng Natri silicate trong gel yếu nên khoảng 10% thể tích (tốt hơn 15%), để tạo gel bền về tính thấm. Độ thấm không đổi khoảng 10^{-7} m/s đạt được sau khoảng 2 tuần. Gradient thủy lực không được vượt quá 40 (gel yếu 15% natri silicate có thể ổn định ở gradient lên đến 200).

Kết quả nghiên cứu của Guobing Hu năm (2009) [13] đã chỉ ra rằng, khi mô đun nước thủy tinh lớn, hàm lượng SiO_2 cao, thời gian đông kết ngắn và độ bền của hỗn hợp cao; khi mô đun nước thủy tinh nhỏ, hàm lượng SiO_2 thấp, thời gian đông kết tương đối dài và độ bền thấp. Khi các điều kiện khác giống nhau, thời gian đông kết được rút ngắn khi nồng độ vữa xi măng tăng lên.

Nghiên cứu của Zhao Peng (2016) [14] tại đại học Sơn Đông – Trung Quốc thử nghiệm hỗn hợp dùng cho khoan phụt có tỷ lệ nước/xi măng từ 0,5 - 1, tỷ lệ Silicate/xi măng từ 0,3 - 1 cho kết quả thí nghiệm thời gian gel ban đầu từ 0 - 25 giây, thời gian kết thúc quá trình gel từ 25 - 50 giây.

Debao Hu (2013) [15] qua quá trình đo thời gian đông kết của vữa cho thấy, tỷ lệ nước - xi măng quá nhỏ, tỷ lệ khối lượng nhỏ, thời gian tạo gel ngắn, bán kính khuếch tán nhỏ, dễ gây tắc đường ống, trong khi tỷ lệ nước-xi măng quá lớn, thời gian đông kết cuối cùng quá lâu thì cũng không nên sử dụng làm tỷ lệ trộn trong quá trình thi công. Nghiên cứu này chỉ ra rằng tỷ lệ nước xi măng và thủy tinh lỏng – xi măng là 0,5 : 1 sẽ phù hợp nhất để khoan phụt gia cố nền.

3.4. Khả năng ứng dụng phương pháp khoan phụt Silicate để xử lý khẩn cấp sự cố thấm công trình thuỷ lợi

3.4.1. Đối với công trình đập đất, hồ chứa

Ở Việt Nam hiện có khoảng 6.648 hồ chứa thủy lợi, trong đó có 702 hồ chứa lớn. Hồ chứa nước thủy lợi đóng vai trò quan trọng trong quá trình phát triển kinh tế - xã hội của đất nước, góp phần ổn định, phát triển bền vững tài nguyên nước. Tuy nhiên, phần lớn các đập tạo hồ chứa thủy lợi đều là đập đất, xây dựng từ những năm 70 - 80 của thế kỷ trước. Do hạn chế về kỹ thuật và vốn đầu tư, tuổi đời quá lâu nên đã xảy ra hoặc tiềm ẩn nguy cơ xảy ra sự cố. Hiện cả nước có khoảng 1.200 hồ chứa bị hư hỏng xuống cấp, chỉ tính riêng trong năm 2017, đã xảy ra sự cố ở 23 hồ, đập trên địa bàn 11/45 tỉnh có hồ. Như đã đề cập ở trên, nguyên nhân về xây dựng (do công nghệ hay do kỹ thuật) là một trong những lý do cần nghiên cứu, đánh giá hiện tượng xói ngầm của các đê/đập ở Việt Nam.

Thống kê trên thế giới cho thấy, sự phá hoại các đập vật liệu địa phương thường ở ba dạng chính là: Xói mặt, xói ngầm và mất ổn định (phá hoạt) kết cấu hoặc tổng hợp các nguyên nhân trên. Trong số các dạng trên thì sự phá hoại do xói ngầm (dòng thấm) chiếm đến xấp xỉ 40%, xói mặt chiếm khoảng 34% tổng các vụ vỡ đê/đập trên thế giới [16]. Nguyên tắc chung trong thiết kế màn khoan phụt chống thấm là tạo ra một vùng phụt vữa có hệ số thấm thấp và liên kết với các bộ phận chống thấm và bộ phận khác của công trình. Vì những lý do trên mà giải pháp KPHC dùng Natri silicate sẽ mang tới giải pháp tạo màng chống thấm hiệu quả trước khi thi công gia cố nền và chống thấm bằng những giải pháp khác mang tính bền lâu, được áp dụng tại các vị trí sửa chữa đập đất, nền đập đất trong khu vực dòng thấm có áp.

3.4.2. Đối với công trình cống dưới đê, cống vùng triều

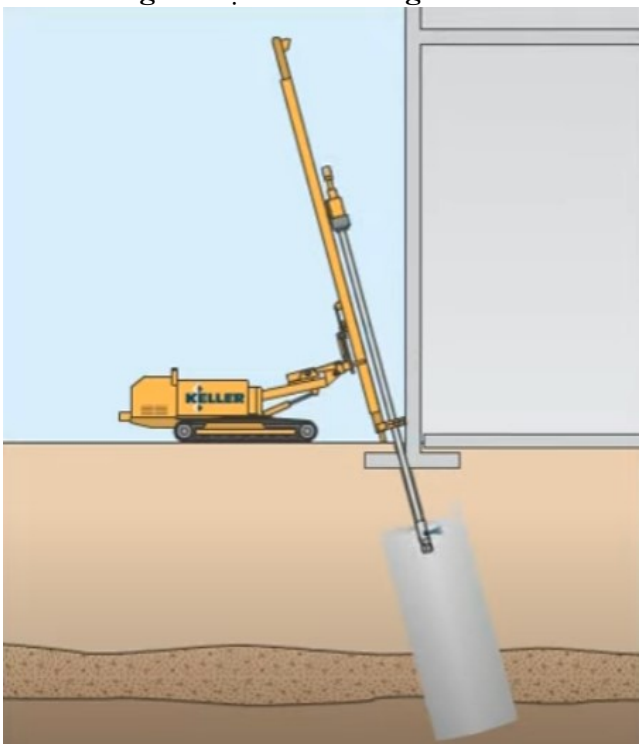
Theo báo cáo của Bộ Nông nghiệp và PTNT, hạn hán làm cho mực nước trong kênh phía đồng xuống thấp, trong khi tình trạng triều cường và nước biển dâng do biến đổi khí hậu làm cho mực nước thượng lưu dâng cao, điều này đã tạo chênh lệch cột nước thượng, hạ lưu lớn. Qua một thời gian sử dụng thấy rằng, nền một số cống vùng triều đang xảy ra hiện tượng ruồng đáy. Sự cố này rất nguy hiểm nếu không được xử lý kịp thời có thể gây mất an toàn công trình. Mặt khác do cống bị xói ngầm đáy và mang cống nên nước biển dễ dàng đi qua đáy cống vào trong đồng làm cho tình hình nhiễm mặn tiến sâu hơn ảnh hưởng rất lớn đến tình hình sản xuất nông nghiệp.

Vì vậy, sự cố này cần được xử lý cấp bách để đảm bảo an toàn cho công trình và ổn định đời sống, sản xuất của nhân dân trong vùng. Tuy nhiên, đối với các cống có dạng kết cấu nhẹ như đập xà lan, thành cống, bản đáy cống mỏng, nếu sử dụng khoan phụt áp lực cao sẽ có nguy cơ đẩy nổi toàn bộ cống cao lên và gây nứt gãy thành cống, bản đáy cống. Vì vậy, đề xuất phương pháp khoan phụt bằng vật liệu sử dụng xi măng + hóa chất có kiểm soát áp lực thấm. Việc ứng dụng công nghệ mới trên thế giới vào thực tiễn Việt Nam giúp chúng ta rút ngắn thời gian nghiên cứu, kịp thời giải quyết các vấn đề bức xúc trong sản xuất, là một công nghệ mới có nhiều triển vọng và áp dụng rộng rãi trong lĩnh vực xây dựng công trình thủy lợi, nhất là để xử lý chống thấm, sửa chữa nền công trình. Việc áp dụng các giải pháp khoan phụt truyền thống trong điều kiện nền có dòng thấm có áp sẽ khó đạt được hiệu quả cao, vì vậy việc áp dụng công nghệ mới sử dụng giải pháp KPHC là cần thiết.

3.4.3. Đối với việc thi công hố móng công trình

Với độ sâu ngày càng tăng của hố móng công trình và sự thay đổi điều kiện địa chất công trình, các địa tầng yếu hoặc có hại (nước vỡ, cát trôi, bùn thải) thường xuyên gặp phải và dễ dẫn đến sập mái, hang động và biến dạng các cột chống vĩnh cửu, do đó gây khó khăn cho việc xây dựng công trình. Các mối nối, đứt gãy và cấu trúc địa chất kém xung quanh cung cấp các mạch nước ngầm, điều này thường dẫn đến sự gia tăng đột ngột của các thảm họa về mỏ và nước, đồng thời mang lại những thách thức cho tiến độ và an toàn xây dựng. Công nghệ khoan phụt vữa hóa chất trở thành phương pháp chính để kiểm soát sự cố công trình do thấm, đặc biệt giúp đẩy nhanh tiến độ thi công khi các phương pháp truyền thống gây tốn kém về thời gian và chi phí xây dựng. Phương pháp KPHC đáp ứng được yêu cầu gần như ngay tức thời sự rò rỉ nước vào trong hố móng thi công.

Vữa Silicate-cement sử dụng xi măng và thủy tinh lỏng làm vật liệu vữa, có đặc tính khắc phục sự xáo trộn của đất do gia cố vữa và giảm sự cố kết, lún nhanh chóng. Nó đông đặc và có thể đạt được độ đông kết ban đầu trong thời gian ngắn, vì vậy có thể tăng cường và gia cố đất. Khi vữa lấp đầy các khoảng trống trong đất đến một mức độ bão hòa nhất định, nó sẽ khuếch tán dần ra dưới tác dụng liên tục của áp suất, tiếp tục lấp đầy các khoảng trống, ép chặt đất xung quanh và tách thành các phần đất yếu, tạo thành một mạng lưới đan chéo. Phần thân được đông cứng giúp tăng cường mô đun nén, độ chặt của đất, đồng thời cải thiện khả năng chịu lực. Vữa Silicate-cement có thể đóng vai trò gia cố và tăng cường trong thời gian ngắn, kiểm soát hiệu quả sự sụt lún của kết cấu nền và giảm độ lún cuối cùng.



Hình 5. Giải pháp khoan phụt Silicate-cement gia cố móng công trình

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Nghiên cứu đã tổng quan được các dạng sự cố thấm của CTTL và sự cần thiết của việc khoan phụt chống thấm, đã trở thành yêu cầu hết sức quan trọng trong xây dựng các CTTL. Các công nghệ khoan phụt đã giải quyết được vấn đề chống thấm cho công trình thủy lợi và triển khai ứng dụng hiệu quả cho các công trình ở Việt Nam, tuy nhiên vấn đề chống thấm khẩn cấp thì chưa có giải pháp hữu hiệu nào được xử lý.

Vì vậy, nghiên cứu đã đánh giá hiệu quả chống thấm của công nghệ KPHC được ra đời để giải quyết bài toán đóng rắn nhanh ngay cả trong môi trường dòng thấm có áp. Sản phẩm của KPHC mang lại hiệu quả về kinh tế, kỹ thuật khi đảm bảo yêu cầu chống thấm khẩn cấp bởi đặc tính đóng rắn trong thời gian nhanh chóng, có thể từ vài giây tới vài chục giây, đồng thời vẫn đảm bảo về yêu cầu gia cố nền, cũng như độ bền của công trình. Tuy nhiên, ở Việt Nam chưa có tiêu chuẩn cơ sở - định mức để áp dụng, chưa có nghiên cứu về nội dung này, vì vậy kết quả nghiên cứu này sẽ làm tiền đề cho việc nghiên cứu, thiết kế công nghệ khoan phụt và công nghệ vật liệu khoan phụt ứng dụng cho thi công chống thấm khẩn cấp các CTTL, công trình dân dụng và giao thông.

4.2. Kiến nghị

Kết quả nghiên cứu này sẽ góp phần quan trọng củng cố cơ sở lý luận cho giải pháp KPHC để triển khai áp dụng rộng rãi trong thời gian tới. Tuy nhiên để triển khai ứng dụng đại trà tại Việt Nam cần những nghiên chuyên sâu hơn về công nghệ khoan phụt, quy trình thi công, vật liệu khoan phụt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. R. Tausch and A. Peremba (1979). *Chemical Grouting*. New York: Marcel Dekker.

2. Nguyễn Quốc Dũng (2010). *Hoàn thiện công nghệ khoan phụt vữa áp lực cao (Jet Grouting) nhằm tăng khả năng chống thấm cho công trình thủy lợi*. Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

3. Nguyễn Cảnh Thái, Bùi Văn Trường (2020) *Khoan phụt chống thấm công trình thủy lợi*. Nhà Xuất bản xây dựng.

4. Nguyễn Quốc Dũng (2019). "Công nghệ khoan phụt hóa chất để chống thấm," Hà Nội. Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

5. Vũ Bá Thao (2020). "Công nghệ khoan phụt nứt nẻ thủy lực chống thấm đập đất," *Vietnam Acad. Water Resour.*, no. July.

6. L. E. Sverdrup, A. E. Kelley, M. Weideborg, K. E. Ødegård, and E. A. Vik (2000). "Leakage of chemicals from two grouting agents

used in tunnel construction in Norway: Monitoring results from the tunnel Romeriksporten," *Environ. Sci. Technol.*, vol. 34, no. 10, pp. 1914–1918.

7. J. Funehag (2007). "Grouting of fractured rock with silica sol; Grouting design based on penetration length," *Chalmers Univ. Technol.*, 2007.

8. J. Nordstrom, A. Sundblom, G. V Jensen, J. S. Pedersen, A. Palmqvist, and A. Matic (2013). "Silica/alkali ratio dependence of the microscopic structure of sodium silicate solutions," *J. Colloid Interface Sci.*, vol. 397.

9. G. S. Littlejohn, M. Concannon, and R. H. Wright (1997). "Engineering properties of silicate-R100 ester chemical grout," *Gr. Eng.*, pp. 36–40.

10. PQ-Corporation (2004). "Sodium and Potassium silicates.

11. M. McDonald, L. X, and S. T (2017). "Stabilization of Geomaterials using an Innovative Form of Sodium Silicate," in *GEO-OTTAWA 2017 Conference*.

12. R. K. Iler (1979). *The Chemistry of Silica*. John Wiley & Sons, USA.

13. G. Hu (2009). "Effect of Admixture on Solidified Character of Admixture for Cement-Sodium Silicate Slurry," *Bull. Chinese Ceram. Soc.*, vol. 33, no. 7.

14. Zhao Peng (2016). "An Introduction to Chemicals for Grouting of Soils," in *Continuing Education and Development*, Inc. 9 Greyridge Farm Court Stony Point.

15. D. B. Wu, W. Wan, and X. Jiang (2013). "The Basic of Performance of Cement-Silicate," *J. Hunan Institue Eng.*, vol. 23, no. 1.

16. U. Schuler and J. Brauns (1997). "The safety of geotechnical filters," *Hydropower Dams*, vol. 6.

DESIGN OF SILICA SOL-CEMENT MIXTURE FOR TREATMENT OF SEEPAGE PROBLEMS OF IRRIGATION WORKS

Nguyen Van Chinh[1], Nguyen Quang Binh[1], Chu Viet Thuc[2], Nguyen Thanh Tuan[1]

[1]Hydraulic Construction Institute, Vietnam Academy for Water Resources, Hanoi, Vietnam

[2] Factulty of Construction Engineering, Electric Power University

Summary

Aiming at the types of leakage diseases in water conservancy projects, people have been considering the safety of the project for a long time, and have taken many construction measures, and achieved certain results, including problem solving. Measures such as drilling, using only cement, cement-bentonite have subsurface flow in the background, seepage will wash away the cement, cement-bentonite particles before bond together. This facilitates chemical grouting techniques, which have the advantage of rapid solidification even in pressurized seepage flow environments. This facilitates chemical grouting techniques, which have the advantage of rapid solidification even in pressurized seepage flow environments. Of these, materials for silicate-based chemical grouts are considered to be more popular and effective than phenolic, aminoplast, chrome lignin, and acrylamide-based materials. This article summarizes the leakage problems and solutions of water conservancy projects and the application of water glass chemical drilling technology. The research results of this paper will make an important contribution to strengthen the theoretical basis of chemical grouting fluid and its wide application in the future.

Keywords: *Irrigation works, Drilling for waterproofing, Natri silicate.*

Người phản biện: PGS.TS. Bùi Văn Trường
Ngày nhận bài: 28/7/2023
Ngày thông qua phản biện: 28/8/2023
Ngày duyệt đăng: 5/9/2023

KHUNG HÀNH ĐỘNG QUẢN LÝ RỦI RO TRƯỢT LỞ ĐẤT Ở MIỀN NÚI PHÍA BẮC VIỆT NAM

Trần Văn Đạt[1, *], Phạm Thị Diệp[1], Nguyễn Tuấn Anh[1]

TÓM TẮT

Nghiên cứu này tập trung thảo luận về khung hành động quản lý rủi ro trượt lở đất ở miền núi phía Bắc Việt Nam. Theo đó, các nhân tố ảnh hưởng (tương ứng với hoạt động thực tiễn) đã được liệt kê dựa trên quy định trong hệ thống pháp luật, chính sách hiện hành, các thành tựu nghiên cứu khoa học và thực hành quản lý rủi ro thiên tai. Kết quả kiểm đếm cho thấy, có 78 tác nhân và nhân tố ảnh hưởng đến hiệu quả quản lý rủi ro trượt lở đất đã được xác lập. Thông qua đo lường từ thực tế, phân tích độ tin cậy thang đo của các biến số và phân tích hồi quy tương quan, nghiên cứu đã xác định được 32 nhân tố là có ảnh hưởng đáng kể đến khả năng giảm tổn thất, thiệt hại do trượt lở đất gây ra tương ứng với 5 nhóm hành động cụ thể. Đây là những hoạt động quản lý rủi ro trượt lở đất trọng tâm đối với vùng nghiên cứu trong điều kiện nguồn lực bị hạn chế. Bên cạnh đó, từ kết quả nghiên cứu cũng khuyến nghị triển khai một nghiên cứu tương tự trên cơ sở xem xét toàn diện các loại hình thiên tai để có căn cứ lựa chọn những hoạt động quản lý rủi ro thiên tai tổng thể, tốt nhất cho khu vực nghiên cứu. Ngoài ra, khung hành động quản lý rủi ro trượt lở đất cần được định kỳ rà soát lại, phù hợp với tình hình thay đổi và phát triển của khu vực.

Từ khóa: *Trượt lở đất, quản lý rủi ro thiên tai, miền núi phía Bắc.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quản lý rủi ro thiên tai là khái niệm đã được giới thiệu từ hơn 1 thập kỷ trước [1 - 2]. Theo Chương trình Phát triển của Liên hợp quốc (UNDP), quản lý rủi ro thiên tai là việc áp dụng các chính sách và chiến lược giảm nhẹ rủi ro thiên tai nhằm ngăn ngừa rủi ro thiên tai mới, giảm rủi ro thiên tai hiện có và quản lý rủi ro tồn đọng, góp phần tăng cường khả năng chống chịu và giảm thiểu thiệt hại do thiên tai gây ra. Kế hoạch quản lý rủi ro thiên tai được hướng dẫn bởi khung Sendai về giảm thiểu rủi ro thiên tai 2015 - 2030 [3] được đề xuất. Trong thực tế, các hoạt động quản lý rủi ro thiên tai có sự khác nhau giữa các quốc gia, các vùng, các địa phương bởi tính phức tạp và khó lường. Đây là thách thức rất lớn đối với chính quyền ở các cấp trong việc triển khai giám sát, đánh giá hoạt động quản lý rủi ro thiên tai nói chung nhằm "xây dựng lại tốt hơn" theo khung Sendai [3].

Các thách thức kể trên cũng đã và đang xuất hiện đối với công tác quản lý rủi ro trượt lở đất (một loại hình thiên tai có quy mô lớn và phổ biến nhất) ở miền núi phía Bắc Việt Nam. Là quốc gia thành viên phê chuẩn và thực hiện khung Sendai nhưng việc hoạch định chính sách và chiến lược quản lý rủi ro trượt lở đất của Việt Nam ở khu vực này hiện được đánh giá là rất khó khăn do không xác định được những hành động ưu tiên, phù hợp với đặc điểm tự nhiên, kinh tế, xã hội tương ứng [4]. Nhằm xem xét các vấn đề nêu trên, thông qua các hoạt động nghiên cứu tổng quan, nghiên cứu hiện trường và ứng dụng các mô hình phân tích thống kê trong SPSS , nghiên cứu này thảo luận và đề xuất khung hành động quản lý rủi ro trượt lở đất cho các tỉnh thuộc miền núi phía Bắc Việt Nam.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp và vật liệu nghiên cứu

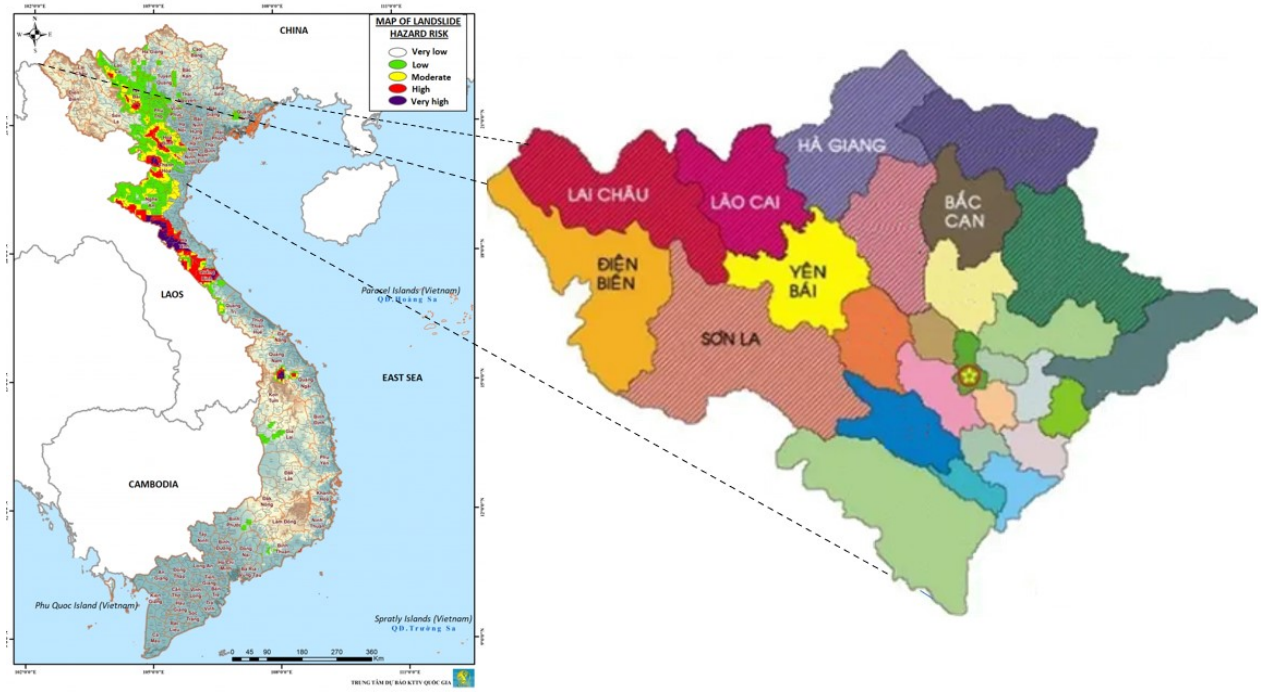
Hoạt động quản lý rủi ro thiên tai ở một nơi cụ thể không chỉ dựa vào quy định của luật pháp, chính sách, chiến lược quốc gia và kế hoạch của các địa phương mà còn theo tập quán, kinh nghiệm của người bản địa, các thành tựu khoa

[1] Viện Kinh tế và Quản lý Thủy lợi, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam
* Email: dattrantrunghai@gmail.com

học được giới thiệu hay nguồn lực sẵn có để thực hiện [5]. Sự lựa chọn khác nhau về các hoạt động quản lý rủi ro thiên tai cũng phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên của khu vực có nguy cơ xảy ra thiên tai, cụ thể là nhóm các tác nhân hình thành các biến cố [6].

2.1.1. Địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu này lựa chọn 7 tỉnh điển hình về thiên tai trượt lở đất đại diện ở miền núi phía Bắc Việt Nam để khảo sát, gồm: Hà Giang, Yên Bái, Lào Cai, Bắc Cạn, Lai Châu, Sơn La, Điện Biên.



Bản đồ khu vực nghiên cứu

2.1.2. Thiết lập tiêu chí đánh giá hiệu quả hoạt động quản lý rủi ro trượt lở đất

Khung hành động Sendai [3], để giảm thiểu rủi ro thiên tai giai đoạn 2015 - 2030 đưa ra 4 nhóm hành động ưu tiên với rất nhiều hoạt động.

Với trượt lở đất ở miền núi phía Bắc Việt Nam, chính quyền các cấp và cộng đồng cũng đang triển khai nhiều hoạt động quản lý rủi ro. Xuất phát từ thực tế trên đây, mối quan hệ giữa đặc điểm tự nhiên, các hoạt động quản lý rủi ro thực tế với hiệu quả giảm thiểu tổn thất, thiệt hại do trượt lở đất cần được tiến hành xem xét. Việc lượng hóa mức độ ảnh hưởng của các nhân tố nói trên đến hiệu quả giảm thiểu tổn thất do thiên tai là căn cứ để xác lập tiêu chí đánh giá hoạt động quản lý rủi ro trượt lở đất.

Dựa trên kết quả tổng quan nghiên cứu, hệ thống văn bản chính sách, pháp luật ở cấp trung ương và các tỉnh, thực tiễn quản lý rủi ro thiên tai [7] cho thấy, các nhân tố ảnh hưởng và hiệu quả quản lý rủi ro trượt lở đất ở miền núi phía Bắc Việt Nam bao gồm các nhóm với 78 nhân tố được trình bày trong các bảng 1, 2, 3.

- Nhóm tác nhân gây ra trượt lở đất

Các tác nhân gây ra trượt lở đất bao gồm 2 phụ nhóm là tác nhân không thể kiểm soát được và tác nhân con người có thể kiểm soát được nhưng đã được xác lập từ trước (Bảng 1). Tác nhân không thể kiểm soát được hoàn toàn thuộc về tự nhiên, được hình thành hoặc tồn tại ngoài sự mong muốn của con người (vị trí địa lý, mưa, động đất, độ dốc địa hình, tình trạng khô hạn). Trong khi đó, tác nhân có thể kiểm soát được là các hiện tượng tự nhiên mà con người đã có cơ hội để can thiệp hoặc thay đổi phương thức, hình thái, cấu trúc, quy mô… từ đó hạn chế tác động của nó đến sự hình thành tai biến trượt lở đất.

Bảng 1. Nhóm tác nhân gây ra trượt lở đất

Mã nhân tố	Các nhân tố tác động	Căn nguyên của các nhân tố			
		Phân tích khoa học	Luật, chính sách		Kinh nghiệm bản địa
			Quy định	Hướng dẫn	
UF	Các nhân tố không thể kiểm soát (UF)				
UF.1	Vị trí địa lý (hẻo lánh, vùng sâu, vùng xa)	☑			
UF.2	Mưa	☑			
UF.3	Động đất	☑			
UF.4	Độ dốc địa hình	☑			
UF.5	Khô hạn	☑			
UF.6	Kiến tạo, đứt gãy, phong hóa đất đá				
CF	Các nhân tố có thể kiểm soát (CF)	☑			
CF.1	Vị trí (sườn đồi núi dốc, đường giao thông, hệ thống đê đập, các bờ mỏ khai thác khoáng sản, các hố đào xây dựng công trình; ở các triền đồi núi)	☑			
CF.2	Bố trí nơi ở, sản xuất, hoạt động kinh tế xã hội ở vùng xảy ra biến cố (theo cấp độ nguy cơ)	☑			
CF.3	Lưu lượng dòng chảy lớn	☑			
CF.4	Vỡ đập	☑			
CF.5	Gia tăng tải trọng	☑			
CF.6	Xây dựng công trình thủy lợi	☑			
CF.7	Phân hóa liên kết đất, đá (bản chất là làm giảm tính chất cơ lý, độ bền của đất đá nên tăng thêm nguy cơ trượt lở)	☑			
CF.8	Mất ổn định sườn dốc	☑			
CF.9	Gia tăng mực nước dưới đất	☑			
CF.10	Khai thác rừng	☑			

- *Nhân tố liên quan đến quản lý rủi ro trượt lở đất*

Nhân tố liên quan đến quản lý rủi ro trượt lở đất, bao gồm tất cả các hoạt động có chủ đích của con người trước, trong và sau khi xảy ra tai biến nhằm giảm thiểu thiệt hại và tổn thất. Nguyên tắc chung là, các hoạt động quản lý rủi ro trượt lở đất được thực hiện càng tốt thì càng làm giảm mức độ tổn thất, thiệt hại. Nhóm nhân tố này bao gồm 7 phụ nhóm (Bảng 2).

Bảng 2. Nhóm nhân tố liên quan đến hoạt động quản lý rủi ro trượt lở đất

Mã nhân tố	Các nhân tố tác động	Căn nguyên của các nhân tố			
		Phân tích khoa học	Luật, chính sách		Kinh nghiệm bản địa
			Quy định	Hướng dẫn	
STF	Ứng dụng kỹ thuật công nghệ				
STF.1	Hệ thống cảnh báo thiên tai	☑	☑		
STF.2	Thông tin liên lạc (hệ thống truyền tin, loa,…)	☑			
STF.3	Các biện pháp kết cấu	☑		☑	☑
STF.4	Ruộng bậc thang	☑		☑	☑
STF.5	Kỹ thuật canh tác (trồng xen băng)	☑		☑	☑

Mã nhân tố	Các nhân tố tác động	Căn nguyên của các nhân tố			
		Phân tích khoa học	Luật, chính sách		Kinh nghiệm bản địa
			Quy định	Hướng dẫn	
STF.6	Bố trí các cụm dân cư an toàn	☑	☑	☑	☑
STF.7	Khuyến khích ứng dụng khoa học công nghệ	☑		☑	
SKF	Hoạt động xã hội, nâng cao nhận thức				
SKF.1	Nâng cao nhận thức, kỹ năng cho người dân	☑	☑	☑	☑
SKF.2	Sinh kế của người dân (tăng cường/cải thiện việc làm)	☑		☑	☑
SKF.3	Tổ chức, hộ gia đình và cá nhân tham gia công tác quản lý rủi ro thiên tai	☑	☑	☑	☑
SKF.4	Định canh, định cư (giảm thiểu nghèo đói)	☑	☑	☑	☑
SKF.5	Công bằng, minh bạch và bình đẳng giới	☑		☑	☑
SKF.6	Các hương ước, khế ước			☑	☑
SKF.7	Kết nối nguồn lực xã hội nhằm ứng phó với thiên tai	☑	☑		☑
SKF.8	Vốn xã hội	☑			☑
EEF	Hoạt động thiết lập môi trường, hệ sinh thái				
EEF.1	Quản lý và bảo vệ thảm phủ	☑	☑	☑	☑
EEF.2	Bảo vệ các hệ sinh thái	☑			☑
EEF.3	Xử lý môi trường sau khi thiên tai xảy ra	☑	☑	☑	
EEF.4	Xác lập vị trí định cư, xây dựng, hoạt động kinh tế xã hội (sườn đồi núi dốc, đường giao thông, hệ thống đê đập, các bờ mỏ khai thác khoáng sản, các hố đào xây dựng công trình; ở các triền đồi núi)	☑		☑	
EEF.5	Tránh nguy cơ từ lưu lượng dòng chảy lớn	☑		☑	
EEF.6	Tránh nguy cơ vỡ đập	☑		☑	
EEF.7	Gia tăng tải trọng	☑			
EEF.8	Xây dựng công trình thủy lợi	☑		☑	
EEF.9	Ổn định sườn dốc	☑		☑	
LPF	Xây dựng pháp luật, chính sách				
LPF.1	Xây dựng chính sách	☑	☑		
LPF.2	Xây dựng chiến lược quản lý rủi ro thiên tai	☑	☑		
LPF.3	Hệ thống quy chuẩn, tiêu chuẩn trong lĩnh vực quản lý rủi ro thiên tai	☑	☑		
LPF.4	Lồng ghép quy hoạch phòng chống thiên tai	☑	☑	☑	
LPF.5	Kiểm soát an toàn thiên tai	☑	☑		
LPF.6	Quản lý xây dựng công trình	☑	☑	☑	
LPF.7	Quy hoạch sử dụng đất	☑	☑		
LPF.8	Quản lý sử dụng đất	☑	☑		
LPF.9	Xã hội hóa công tác quản lý rủi ro thiên tai	☑	☑	☑	☑
LPF.10	Xác lập hình thức, đối tượng được cứu trợ, hỗ trợ		☑	☑	
LPF.11	Triển khai thống kê, đánh giá thiệt hại do thiên tai		☑	☑	
EIF	Hoạt động kinh tế, đầu tư				
EIF.1	Đầu tư xây dựng cơ sở hạ tầng	☑	☑		

Mã nhân tố	Các nhân tố tác động	Căn nguyên của các nhân tố			
		Phân tích khoa học	Luật, chính sách		Kinh nghiệm bản địa
			Quy định	Hướng dẫn	
EIF.2	Đầu tư xây dựng công trình phòng, chống thiên tai (quan trắc khí tượng, thủy văn, hải văn, địa chấn, cảnh báo thiên tai; công trình đê điều, hồ đập, chống úng, chống hạn, chống sạt lở; khu neo đậu tránh trú bão cho tàu thuyền, nhà kết hợp sơ tán dân và công trình khác phục vụ phòng, chống thiên tai)	☑	☑		
EIF.3	Trang thiết bị hỗ trợ công tác phòng chống thiên tai	☑	☑	☑	
EIF.4	Bảo hiểm thiên tai	☑			
EIF.5	Ngân sách nhà nước cho quản lý rủi ro thiên tai	☑	☑		
EIF.6	Quỹ phòng, chống thiên tai	☑	☑		
EIF.7	Huy động, quyên góp của các tổ chức, cá nhân	☑		☑	
EIF.8	Hoạt động phân bổ nguồn lực	☑	☑		
EIF.9	Tăng cường khả năng tiếp cận các nguồn lực	☑	☑		
OMF	Hoạt động quản lý				
OMF.1	Lập kế hoạch trung hạn	☑	☑		
OMF.2	Lập kế hoạch năm	☑	☑		
OMF.3	Thực hiện phương châm 4 tại chỗ		☑	☑	
OMF.4	Xây dựng phương án ứng phó thiên tai	☑	☑	☑	
OMF.5	Thực hiện ứng phó, tổ chức cứu hộ, cứu nạn	☑	☑	☑	
OMF.6	Hoạt động tìm kiếm cứu nạn	☑	☑	☑	
OMF.7	Thực hiện thống kê, đánh giá thiệt hại do thiên tai	☑	☑	☑	
OMF.8	Hoạt động khắc phục hậu quả thiên tai	☑	☑		
OMF.9	Hoạt động hỗ trợ đối tượng bị ảnh hưởng bởi thiên tai	☑	☑		
ISF	Tăng cường thể chế				
ISF.1	Uỷ ban Quốc gia Ứng phó sự cố, thiên tai và Tìm kiếm cứu nạn	☑	☑		
ISF.2	Ban chỉ đạo Trung ương về Phòng chống thiên tai	☑	☑		
ISF.3	Ban Chỉ huy Phòng, chống thiên tai và Tìm kiếm Cứu nạn các cấp	☑	☑	☑	
ISF.4	Cơ chế chỉ huy, điều hành hoạt động quản lý rủi ro thiên tai	☑	☑		
ISF.5	Các tổ chức cấp ủy Đảng				☑
ISF.6	Chính quyền các cấp (cấp tỉnh, cấp huyện, cấp xã)	☑	☑		
ISF.7	Quân đội nhân dân, Công an nhân dân		☑		☑
ISF.8	Các tổ chức chính trị xã hội (đoàn thanh niên, hội phụ nữ,…)	☑			☑
ISF.9	Dân quân tự vệ, đội xung kích	☑	☑	☑	
ISF.10	Các tổ chức, hộ gia đình và cá nhân	☑	☑	☑	☑

- Nhóm thông số về tổn thất, thiệt hại do trượt lở đất

Căn cứ vào tình hình thực tiễn ở vùng nghiên cứu, các thông số về tổn thất và thiệt hại do trượt lở đất được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Nhóm thông số về tổn thất, thiệt hại do trượt lở đất

Các thông số	Hiệu quả quản lý rủi ro trượt lở đất	Căn nguyên của các nhân tố			
		Phân tích khoa học	Luật, chính sách		Kinh nghiệm bản địa
			Quy định	Hướng dẫn	
LF	Tổn thất và thiệt hại				
LF.1	Số người chết	☑		☑	
LF.2	Số người bị thương vong	☑		☑	
LF.3	Thiệt hại về tài sản (công, tư)	☑		☑	
LF.4	Thiệt hại sản xuất (công, tư)	☑		☑	
LF.5	Gián đoạn các dịch vụ cơ bản	☑		☑	

Quan sát ở các nhóm nhân tố này có thể thấy, một số nhân tố thuộc về các hoạt động đã và đang được thực hiện rất tốt hoặc khó có thể tốt hơn được trong các điều kiện cụ thể. Một số nhân tố khác có mối liên hệ hoặc là hệ quả của nhau, vì vậy có thể gây khó khăn trong quá trình ra quyết định. Do vậy, nghiên cứu này được thực hiện sẽ loại bỏ và lược bớt một số nhân tố thông qua các nội dung và phương pháp nghiên cứu.

2.1.3. Phương pháp thu thập số liệu

- Thiết kế mẫu

Miền núi phía Bắc Việt Nam có tổng cộng khoảng 10.266 điểm nguy cơ sạt lở đất (bao gồm cả những điểm đã từng xảy ra và tiếp tục tái diễn). Trong đó 2.110 điểm nguy cơ khối lượng trượt lớn, rất lớn và đặc biệt lớn; khoảng 3.720 điểm có nguy cơ khối lượng trượt trung bình; còn lại là các điểm có nguy cơ khối lượng trượt nhỏ.

Ở nghiên cứu này, 295 điểm đã xảy ra trượt lở đất thuộc 7 tỉnh miền núi phía Bắc Việt Nam được lựa chọn để khảo sát. Tương ứng với mỗi điểm sạt lở, 1 phiếu khảo sát được sử dụng để thu thập thông tin, số liệu. Như vậy, cỡ mẫu của nghiên cứu này là 295 (quan sát), cỡ mẫu đưa ra đảm bảo độ tin cậy [8], [9] và cỡ mẫu tối thiểu để phục vụ phân tích khám phá từ 100 - 250 mẫu.

- Phiếu khảo sát

Phiếu khảo sát sử dụng cho nghiên cứu phải đảm bảo đánh giá đúng thực trạng triển khai hoạt động (thực hành) quản lý rủi ro trượt lở đất ở vùng nghiên cứu. Nội dung của từng câu hỏi bao gồm việc mô tả thực trạng và đánh giá, cho điểm của cá nhân về kết quả (nhân tố) đã đạt được theo các mức từ "chưa thực hiện" đến "thực hiện toàn diện theo quy định, kế hoạch phòng chống thiên tai, phương án ứng phó thiên tai đã được phê duyệt" hay từ kết quả "rất tệ" đến "rất tốt"…

- Điều tra, thu thập số liệu

Nghiên cứu tiến hành khảo sát ở các điểm biến động đại diện đã xảy ra trong quá khứ, trải đều trên 7 tỉnh được lựa chọn ở miền núi phía Bắc. Người cung cấp thông tin là những cá nhân trực tiếp tổ chức hoặc tham gia hoạt động quản lý rủi ro thiên tai ở các thôn, bản, nơi có điểm biến động. Tiếp theo là đánh giá, cho điểm từng hoạt động quản lý rủi ro trượt lở đất theo thang đo Likert-Scales.

2.2. Phân tích số liệu

Trong mọi trường hợp nghiên cứu về rủi ro, tổn thương hay hiệu quả hoạt động quản lý rủi ro thiên tai đã được thực hiện, các biến số đều được xác lập hoặc chuyển đổi về dạng định lượng, sử dụng thang đo trong dải từ 1 - 5 hoặc từ 1 - 7 [10 - 12].

2.2.1. Thang đo và phương pháp chuyển đổi số liệu

Nghiên cứu này sử dụng thang đo Likert trong dải từ 1 - 5 để cho điểm, phân loại thứ bậc của các hoạt động quản lý rủi ro trượt lở đất (nhân tố ảnh hưởng định tính) hoặc nhân tố định lượng. Việc phân tổ thống kê đối với thông số hoặc nhân tố định lượng được áp dụng theo khoảng cách đều

nhau và trị số khoảng cách được xác định theo công thức:

$$d = \frac{x_{max} - x_{min}}{n}$$

Trong đó: d: trị số khoảng cách giữa các tổ; x_{max}: giá trị lớn nhất của thông số hoặc nhân tố định lượng; x_{min}: giá trị thiệt hại nhỏ nhất của thông số hoặc nhân tố định lượng; n: số tổ phân khoảng cách (5 tổ).

Số liệu sau khi phân tích và chuyển đổi từ số liệu định lượng chuyển đổi sang thang đo 5 mức tương ứng với mức 1 (rất thấp) - 5 (rất cao) như trong bảng 4.

Bảng 4. Bảng chuyển đổi các thông số, số liệu định lượng sang thang đo

TT	Tổ phân khoảng cách các nhân tố và tổn thất, thiệt hại	Mức xếp loại	
		Nhân tố ảnh hưởng	Hiệu quả quản lý rủi ro
1	[x_{min}; d]	Rất thấp	Rất cao
2	[d; 2d]	Thấp	Cao
3	[2d; 3d]	Vừa	Vừa
4	[3d; 4d]	Cao	Thấp
5	[4d; x_{max}]	Rất cao	Rất thấp

2.2.2. Phương pháp phân tích số liệu

Sau khi thu thập dữ liệu, các biến số thống kê được thiết lập tương ứng với từng nhân tố thành phần STF_i, SKF_i, EEF_i, LPF_i, EIF_i, OMF_i, ISF_i (I = 1 - m, m nhận giá trị lần lượt là m = 7, 8, 9, 11, 9, 9, 10). Số liệu sau khi xử lý, chuyển đổi thang đo được nhập vào phần mềm thống kê SPSS để phân tích theo các bước sau:

Bước 1: Đánh giá chất lượng của thang đo bằng phương pháp Cronbach's Alpha

Một thang đo có độ tin cậy tốt khi hệ số Cronbach's Alpha biến thiên trong khoảng [0,7 - 0,8]. Nếu Cronbach's Alpha bằng hoặc lớn hơn 0,6 thì thang đo có thể chấp nhận được về mặt độ tin cậy [13]. Hệ số Cronbach's Alpha được dùng để tìm ra những nhân tố cần giữ lại và những nhân tố cần bỏ đi trong tất cả các nhân tố đưa vào kiểm tra [14], [15].

Bước 2: Phân tích nhân tố khám phá EFA (Exploratory Factor Analysis)

Một số các chỉ số quan trọng trong phân tích nhân tố khám phá EFA bao gồm:

(i) Kiểm định Bartlett xem xét giả thuyết về độ tương quan giữa các biến quan sát trong tổng thể. Nếu kiểm định này có ý nghĩa thống kê (Sig. < 0,05 thì các biến quan sát có tương quan với nhau trong tổng thể [14], [15].

(ii) Kiểm định KMO (Kaiser-Meyer-Olkin measure of sampling adequacy): KMO là chỉ số dùng để so sánh độ lớn của hệ số tương quan giữa hai biến với độ lớn của hệ số tương quan riêng phần của chúng [16]. KMO càng lớn, càng tốt vì phần chung giữa các biến càng lớn. Để sử dụng EFA, KMO phải lớn hơn 0,5.

(iii) Hệ số tải nhân tố (factor loadings): Hệ số tải nhân tố > 0,3 được xem là mức tối thiểu; > 0,4 được xem là quan trọng và ≥ 0,5 được xem là có ý nghĩa thực tiễn.

(iv) Thang đo được chấp nhận khi tổng phương sai trích lớn hơn 50% [17]. Phương pháp trích "Principal Component Analysis" với phép quay "Varimax" được sử dụng trong phân tích nhân tố thang đo các thành phần.

(v) Tiêu chí Eigenvalue (đại diện cho phần biến thiên được giải thích bởi mỗi nhân tố) sử dụng trong xác định số lượng nhân tố trong phân tích EFA. Với tiêu chí này, chỉ có những nhân tố nào có hệ số Eigenvalue lớn hơn 1 mới được giữ lại trong mô hình phân tích.

Bước 3: Phân tích hệ số tương quan và phân tích hồi quy bội

Do mô hình có nhiều biến độc lập nên hệ số xác định R^2 điều chỉnh dùng để xác định độ phù hợp của mô hình. Các giả định được kiểm định trong phần này gồm liên hệ tuyến tính (áp dụng biểu đồ phân tán Scatterplot), phân phối chuẩn của phần dư (áp dụng phương pháp Histogram và P-P plot), tính độc lập của phần dư (áp dụng đại lượng thống kê Durbin-Watson), hiện tượng đa cộng tuyến (tính độ chấp nhận Tolerance và hệ số phóng đại phương sai VIF). Kiểm tra hiện tượng đa cộng tuyến bằng hệ số phóng đại phương sai

VIF (Variance Inflaction Factor) với yêu cầu VIF ≤ 10 [18].

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả nghiên cứu

3.1.1. Đánh giá độ tin cậy của thang đo bằng phương pháp Cronbach's Alpha

Hầu hết các thang đo trong nghiên cứu này được thiết kế với các biến quan sát có tính đơn hướng. Sau khi tổ chức biến, nhập số liệu và phân tích tương quan giữa các biến với biến tổng cho kết quả cụ thể ở bảng 5.

Bảng 5. Tổng hợp kết quả kiểm định độ tin cậy của thang đo bằng phương pháp Cronbach's Alpha

Mã các nhân tố	Nhân tố tác động	Cronbach's Alpha		Biến đặc trưng tương ứng với các nhân tố thành phần (còn lại)
		Ban đầu	Sau kiểm định	
STF	Ứng dụng kỹ thuật công nghệ	0,811	0,947	STF.2, STF.3, STF.4, STF.7, STF.8 (Loại STF.1, STF.5, STF.6)
SKF	Hoạt động xã hội, nâng cao nhận thức	0,815	0,952	SKF.1, SKF.2, SKF.3, SKF.4, SKF.6 (Loại SKF.5, SKF.7, SKF.8)
EEF	Hoạt động thiết lập môi trường, hệ sinh thái	0,651	0,976	EEF.1, EEF.2, EEF.3, EEF.8 (Loại EEF.4, EEF.5, EEF.6, EEF.7, EEF.9)
LPF	Xây dựng pháp luật, chính sách	0,898	0,935	LPF.1, LPF.2, LPF.3, LPF.4, LPF.5, LPF.8, LPF.9, LPF.10, LPF.11 (Loại LPF.6, LPF.7)
EIF	Hoạt động kinh tế, đầu tư	0,864	0,917	EIF.1, EIF.2, EIF.3, EIF.5, EIF.6, EIF.7, EIF.8, EIF.9 (Loại EIF.4)
OMF	Hoạt động quản lý	0,799	0,920	OMF.1, OMF.2, OMF.3, OMF.7, OMF.8, OMF.9 (Loại OMF.4, OMF.5, OMF.6)
ISF	Tăng cường thể chế	0,681	0,906	ISF.3, ISF.4, ISF.6, ISF.9, ISF.10 (Loại ISF.1, ISF.2, ISF.5, ISF.7, ISF.8)

Trong tất cả các trường hợp, kết quả phân tích cho thấy, các biến bị loại đều nhất quán với xu hướng thay đổi của hệ số Cronbach's Alpha khi giá trị sau khi kiểm định (đã loại biến) đều lớn hơn giá trị trước đó (ban đầu, chưa tiến hành loại biến).

3.1.2. Phân tích nhân tố khám phá EFA (Exploratory Factor Analysis)

Bảng 6. Kết quả kiểm định KMO và Bartlett

KMO và Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0,870
Bartlett's Test of Sphericity	Approx, Chi-Square	14.790,947
	Df	861
	Sig.	0,000

Sau khi kiểm định độ tin cậy của thang đo, phân tích nhân tố khám phá EFA dựa trên các nhân tố đã kiểm định ở trên. Kết quả phân tích cho thấy, chỉ số KMO = 0,870 > 0,5. Kiểm định Barlett's cũng có mức ý nghĩa rất tốt, sig. = 0,000 (< 0,05). Như vậy, dữ liệu dùng phân tích biến số theo các nhân tố là thích hợp và giữa các biến có tương quan với nhau.

Phân tích nhân tố theo Principal components với phép quay Varimax cũng đã được thực hiện. Kết quả cho thấy, 42 biến quan sát còn lại sau khi tiến hành kiểm định thang đo (64 biến ban đầu) được nhóm thành 7 nhóm như dự kiến. Tổng phương sai trích của 7 nhóm nhân tố giải thích được 76,224% > 50% sự biến thiên của số liệu như kết quả tại bảng 7. Giá trị hệ số Eigenvalues của các nhân tố đều cao (> 1). Phân tích khám phá phù hợp với dữ liệu tổng thể về quản lý rủi ro trượt lở đất được khảo sát ở miền núi phía Bắc Việt Nam.

3.1.3. Phân tích hồi quy bội

Trên cơ sở 42 biến tương ứng với 7 nhân tố, giá trị trung bình của mỗi nhóm biến ($X_k = \sum_{l=1}^{L} x_{k,l}$; k = 1, K; l = 1, L; K: số lượng nhóm biến theo các nhân tố thành phần, L: số lượng biến còn lại thuộc nhân tố thứ k, X_k: giá trị trung bình của mỗi nhóm biến thứ k, $x_{k,l}$: biến thành phần thứ l (thuộc nhóm biến thứ k). Biến phụ thuộc cũng được xác định từ giá trị thiệt hại, tổn thất tương ứng (sau khi loại trừ thiệt hại rất cực đoan về người ở một vài điểm biến động).

Bảng 7. Kết quả phân tích mô hình hồi quy OLS

Các biến		Hệ số	Độ lệch chuẩn
C	Hằng số	-0,116	0,217
X1	Các nhân tố liên quan đến công nghệ	0,069*	0,039
X2	Các nhân tố liên quan đến xã hội	0,039	0,041
X3	Các nhân tố liên quan đến môi trường	0,062	0,039
X4	Các nhân tố liên quan đến pháp luật, chính sách	0,374***	0,049
X5	Các nhân tố liên quan đến quản lý và phân bổ nguồn lực	0,105**	0,048
X6	Các nhân tố liên quan đến đến hoạt động quản lý	0,181***	0,050
X7	Các nhân tố liên quan đến tổ chức, thể chế	0,606***	0,046

*Ghi chú: *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1.*

Kết quả phân tích mô hình xác định các nhân tố liên quan đến hiệu quả quản lý rủi ro thiên tai trượt lở đất cho R Square = 0,693. Với số lượng quan sát là 295, hệ số Durbin-Watson (DW = 1,477) nằm trong khoảng 1 < DW < 3 nên có thể kết luận, mô hình không có tự tương quan. Các giá trị VIF < 2 nên mô hình không có hiện tượng đa cộng tuyến.

3.2. Thảo luận

Qua đánh giá độ tin cậy thang đo, chỉ có 42 biến số thuộc về các nhân tố ảnh hưởng (hoạt động quản lý rủi ro trượt lở đất) được chấp nhận để sử dụng phân tích EFA vì chúng có tương quan chặt chẽ giữa các biến quan sát trong cùng 1 nhân tố ảnh hưởng nhưng cũng đảm bảo không bị trùng lặp thang đo.

Kết quả phân tích nhân tố khám phá EFA cho thấy, tất cả các hệ số thống kê đều đạt yêu cầu. Với KMO = 0,870 nó cho phép kết luận rằng dữ liệu thu thập được từ người dân bản địa tương ứng với các điểm biến động trượt lở đất, đều dùng để phân tích nhân tố là hoàn toàn thích hợp. Bartlett = 14.790,947 cho thấy, các biến được sử dụng để đo lường 7 nhóm nhân tố (hoạt động quản lý rủi ro trượt lở đất) có tương quan với nhau và thỏa mãn điều kiện phân tích nhân tố; tổng phương sai tích lũy = 76,224, cho thấy 7 nhân tố này giải thích 76,224% biến thiên của kết quả đánh giá hoạt động quản lý rủi ro trượt lở đất ở miền núi phía Bắc Việt Nam. Và cuối cùng, Eigenvalue (tương ứng với nhân tố thứ 7 và thấp nhất) = 2,231 nên cả 7 nhân tố (STF, SKF, EEF, LPF, EIF, OMF và ISF) đều được giữ lại để phân tích hồi quy bội.

Tuy nhiên, trong số 7 nhân tố kể trên, kết quả phân tích hồi quy bội chỉ ra rằng, chỉ 5 nhân tố STF, SPF, EIF, OMF, ISF có tương quan chặt chẽ với hiệu quả quản lý rủi ro thiên tai trượt lở đất (mức độ giảm thiệt hại, tổn thất), tương ứng với p dao động từ 1 - 10%. Hay nói cách khác, chỉ 32 nhân tố thành phần trong 5 nhân tố kể trên có ảnh hưởng đáng kể đến hiệu quả quản lý rủi ro thiên tai trượt lở đất. Do vậy, các hoạt động quản lý rủi ro thiên tai thuộc về các nhân tố này cần tiếp tục được duy trì một cách có trọng tâm hơn để giảm thiểu tổn thất, thiệt hại do trượt lở đất gây ra ở miền núi phía Bắc Việt Nam.

Tương ứng với với 5 nhóm nhân tố, khung hành động quản lý rủi ro trượt lở đất ở miền núi phía Bắc Việt Nam được đề xuất trong bảng 8. Kết hợp với kết quả khảo sát ở hiện trường, một số yêu cầu chính đối với từng hoạt động cụ thể cũng được làm rõ.

Bảng 8. Khung hành động quản lý rủi ro trượt lở đất ở miền núi phía Bắc Việt Nam

Các hoạt động ưu tiên	Các hoạt động	Yêu cầu chính
Nhóm 1 (Tăng cường thể chế)	1. Ban Chỉ huy Phòng, chống thiên tai và Tìm kiếm Cứu nạn các cấp	Kiện toàn tổ chức hằng năm
	2. Cơ chế chỉ huy, điều hành hoạt động quản lý rủi ro thiên tai	Phân công rõ người, rõ trách nhiệm
	3. Chính quyền các cấp (cấp tỉnh, cấp huyện, cấp xã)	Giao thức chỉ đạo, điều hành rõ ràng
	4. Dân quân tự vệ, đội xung kích	Nâng cao kỹ năng, cung cấp phương tiện, trang thiết bị
	5. Các tổ chức, hộ gia đình và cá nhân	Hình thành tổ chức cộng đồng quản lý rủi ro thiên tai
Nhóm 2 (Xây dựng pháp luật, chính sách)	6. Xây dựng chính sách	Làm rõ đối tượng dễ bị tổn thương; hỗ trợ kịp thời
	7. Xây dựng chiến lược quản lý rủi ro thiên tai	Thường xuyên cập nhật; giải pháp phù hợp với tình hình thực tế
	8. Hệ thống quy chuẩn, tiêu chuẩn trong lĩnh vực quản lý rủi ro thiên tai	Bổ sung, sửa đổi tiêu chuẩn, quy chuẩn phù hợp với các loại hình công trình mới
	9. Lồng ghép quy hoạch phòng chống thiên tai	Tăng cường hướng dẫn lồng ghép; quy định về kiểm tra, đánh giá hiệu quả
	10. Kiểm soát an toàn thiên tai	Cần có quy định phù hợp với từng vùng, miền, lĩnh vực cụ thể
	11. Quản lý sử dụng đất	Bổ sung quy định đối với việc chấp hành phòng ngừa trượt lở đất
	12. Xã hội hóa công tác quản lý rủi ro thiên tai	Cần có quy định về sử dụng, kiểm tra, giám sát nguồn lực
	13. Xác lập hình thức, đối tượng được cứu trợ, hỗ trợ	Cần chi tiết hóa các đối tượng, tương ứng với các hình thức hỗ trợ, cứu trợ
	14. Triển khai thống kê, đánh giá thiệt hại do thiên tai	Cần có quy định về biểu mẫu, phương pháp ước tính thiệt hại
Nhóm 3 (Quản lý/vận hành)	15. Lập kế hoạch trung hạn	Xây dựng bổ sung bản đồ tổn thương do trượt lở đất để làm căn cứ lập kế hoạch trung hạn
	16. Lập kế hoạch năm	Đảm bảo nhất quán giữa kế hoạch trung hạn và kế hoạch năm; cần phân định và có cơ chế phối hợp giữa chính quyền các cấp
	17. Thực hiện phương châm 4 tại chỗ	Bổ sung quy định về cơ chế chi trả, thanh toán đối với một số phương tiện, vật tư
	18. Thực hiện thống kê, đánh giá thiệt hại do thiên tai	Cần có hướng dẫn hoặc quy định về thành phần tham gia thống kê, đánh giá thiệt hại
	19. Hoạt động khắc phục hậu quả thiên tai	Cần có cơ chế đặc biệt dành cho chính quyền được quyết định các hoạt động khắc phục hậu quả tương ứng với từng cấp độ thiên tai

Các hoạt động ưu tiên	Các hoạt động	Yêu cầu chính
	20. Hoạt động hỗ trợ đối tượng bị ảnh hưởng bởi thiên tai	Quy định hoặc phân cấp trách nhiệm chi tiết hóa đối tượng được hỗ trợ cho chính quyền địa phương
Nhóm 4 (Đầu tư và phát triển kinh tế)	21. Đầu tư xây dựng cơ sở hạ tầng	Quy định trách nhiệm của chủ đầu tư về việc đảm bảo yêu cầu an toàn thiên tai đối với các dự án đầu tư xây dựng cơ sở hạ tầng
	22. Đầu tư xây dựng công trình phòng, chống thiên tai	Bổ sung quy hoạch công trình phòng chống thiên tai, đặc biệt đối với các công trình chống trượt đất và lở đá
	23. Trang thiết bị hỗ trợ công tác phòng chống thiên tai	Xây dựng tiêu chuẩn, định mức sử dụng phương tiện, thiết bị, cơ sở vật chất cho công tác quản lý rủi ro
	24. Ngân sách nhà nước cho quản lý rủi ro thiên tai	Cấp phát đầy đủ, kịp thời theo các chương trình, kế hoạch, dự án đã được phê duyệt
	25. Quỹ phòng, chống thiên tai	Bổ sung chế tài xử lý đối với trường hợp không đóng quỹ; cần có sự điều phối quỹ của cơ quan có thẩm quyền
	26. Huy động, quyên góp của các tổ chức, cá nhân	Hướng dẫn hoặc quy định định bổ sung về quy trình huy động, quản lý, phân bổ và sử dụng nguồn lực khắc phục hậu quả trượt lở đất
	27. Hoạt động phân bổ nguồn lực	Cần có sự điều phối nguồn lực quản lý rủi ro thiên tai tương tự như đối với quỹ phòng chống thiên tai
	28. Tăng cường khả năng tiếp cận các nguồn lực	Công khai kế hoạch phòng chống thiên tai, phương án ứng phó thiên tai và nhu cầu sử dụng nguồn lực tương ứng
Nhóm 5 (Ứng dụng kỹ thuật công nghệ)	29. Thông tin liên lạc (hệ thống truyền tin, loa,…)	Cung cấp phương tiện truyền thông đối với một số vùng đặc biệt khó khăn; hướng dẫn sử dụng các phương tiện, thiết bị thông tin liên lạc tân tiến
	30. Các biện pháp kết cấu	Hướng dẫn lựa chọn kết cấu công trình (bản vẽ mẫu trụ sở, nhà ở…) phù hợp với từng địa phương cụ thể
	31. Ruộng bậc thang	Hướng dẫn việc xây dựng và quản lý, sử dụng ruộng bậc thang để hạn chế trượt lở đất
	32. Khuyến khích ứng dụng khoa học công nghệ	Có cơ chế hỗ trợ ứng dụng khoa học công nghệ đối với các dự án phòng chống thiên tai hoặc trang bị các thiết bị thông tin nhanh và tiện cho người dân.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Kết quả của nghiên cứu chỉ ra ở miền núi phía Bắc Việt Nam, có 78 tác nhân và nhân tố ảnh hưởng đến hiệu quả quản lý rủi ro trượt lở đất đã được xác lập (15 tác nhân thuộc về yếu tố tự nhiên và 63 nhân tố ảnh hưởng thuộc về can thiệp của con người từ các hoạt động quản lý nhưng đã được xác lập từ trước).

Từ kết quả đo lường thực tế và phân tích độ tin cậy thang đo của các biến số kết quả chỉ ra 32 nhân tố là có ảnh hưởng đáng kể đến khả năng giảm tổn thất, thiệt hại do trượt lở đất gây ra. Từ đó, khung hành động quản lý rủi ro trượt lở đất đá ở miền núi phía Bắc Việt Nam chỉ nên bao gồm 32 hoạt động (tương ứng với 5 nhóm hành động cụ thể: Tăng cường thể chế; xây dựng pháp luật, chính sách; quản lý và vận hành; đầu tư và phát triển kinh tế; ứng dụng kỹ thuật công nghệ).

4.2. Kiến nghị

Nghiên cứu này mới chỉ tập trung vào vấn đề quản lý rủi ro trượt lở đất. Trong tương lai, một nghiên cứu tương tự nhưng xem xét toàn diện các loại hình thiên tai cần được thực hiện để có căn cứ lựa chọn những hoạt động quản lý rủi ro thiên tai tổng thể, tốt nhất cho khu vực nghiên cứu. Đồng thời, khung hành động quản lý rủi ro trượt lở đất cần được định kỳ rà soát lại, phù hợp với tình hình thay đổi và phát triển của khu vực.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này là một phần kết quả nghiên cứu của đề tài cấp Quốc gia mã số KC.08.35/16-20 "Nghiên cứu đề xuất hoàn thiện thể chế, chính sách nhằm giảm thiểu rủi ro lũ quét và sạt lở đất, đá ở các tỉnh miền núi phía Bắc". Chúng tôi xin trân trọng cảm ơn Bộ Khoa học Công nghệ và đề tài KC.08.35/16-20 đã tài trợ kinh phí để thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Stephan Baas, Selvaraju Ramasamy, Jenn Dey de Pryck, Federica Battista (2008). Disaster Risk Management Systems Analysis: A Guide Book. Agriculture Organization of The United Nations. Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome.

2. United Nations (2009). UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction. Published by the United Nations International Strategy for Disaster Reduction. Geneva, Switzerland.

3. United Nations (2015). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 - 2030. Third UN World Conference's document. Held in Sendai, Japan.

4. Tổng cục Phòng, chống thiên tai (2018). Kế hoạch quản lý rủi ro thiên tai ở cấp trung ương và địa phương. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, tập 1. Hà Nội.

5. United Nations (2004). Living with Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives. 2004 Version - Volume I. New York and Geneva.

6. Colombo AG, Hevas J, Arllam ALV (2002). Guidelines on Flash Floods Prevention and Mitigations. Ipsra (Italy): NEIDES.

7. Tran Van Dat và cs (2019). Current Status of Flash Foods, Landslides and Risk Management in Northern Mountainous Region of Vietnam. A research report. Hanoi.

8. Gorsuch R.L (1983). Factor Analysis. 2nd ed.. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

9. Kline, P. Psychometrics, Psychilogy (1979). Academic Press. London.

10. Benson C (2003). Potential Approaches to The Development of Indicators for Measuring Risk From A Macroeconomic Perspective. IDB/IDEA Program on Indicators for Disaster Risk Management, Universidad Nacional de Colombia, Manizales. http://www.manizales.unal.edu.co/.

11. Briguglio L (2003a). Some Considerations With Regard to The Construction of An Index of Disaster Risk With Special Reference to Islands And Small States. IDB/IDEA Program on Indicators for Disaster Risk Management, Universidad Nacional de Colombia, Manizales. http://www.manizales.unal.edu.co/.

12. Briguglio L (2003b). Methodological and Practical Considerations for Constructing Socio-economic Indicators to Evaluate Disaster Risk. IDB/IDEA Program on Indicators for Disaster Risk Management, Universidad Nacional de Colombia, Manizales. http://www.manizales.unal.edu.co/.

13. Nunnally J., Berstein I.H (1994). Pschychometric Theory. 3rd Ed. New York: MacGraw-Hill.

14. Hoang Trong, Chu Nguyen Mong Ngoc (2008a). Data Analysis in SPSS. Volume N°1. Hong Duc Publisher.

15. Hoang Trong, Chu Nguyen Mong Ngoc (2008b). Data Analysis in SPSS. Volume N°2. Hong Duc Publisher.

16. Norusis Marija J (1994). SPSS 6.1 Base System User's Guide. Part 2 (1994 - 12 - 27). Textbook Binding - 1750.

17. Gerbring D.W, Anderson J.C (1998). An Updated Paradigm for Scale Development Incorporating Unidimensionality and Assessment. *Journal of Marking Research* 25(2): 186 - 192.

18. Nguyen Dinh Tho (2011). Scientific Research Methods in Bussiness. Labor and Social Publishing House.

FRAMEWORK FOR MANAGEMENT OF LANDSLIDES DISASTER RISKS IN NORTHERN MOUNTAINOUS REGION, VIETNAM

Tran Van Dat[1], Pham Thi Diep[1], Nguyen Tuan Anh[1]

[1] *Institute for Water Resources Economics and Management, Vietnam Academy for Water Resources*

Summary

This paper considers the influencing factors landslide management effectiveness in the Northern mountainous region of Vietnam, which including 78 factors have been listed based on regulations in the current legal system, policies, scientific research achievements and local disaster risk management practices. Through an observation at 7 provinces in the studied area and correlation regression analysis, the study has identified 32 factors that have a significant influence on the ability to reduce loss, damage caused by landslides with 5 specific action groups. These are the key landslide risk management activities for the study area in the context of limited resources. Besides, from the research results, this paper also recommends the implementation of a similar study on the basis of comprehensive review of types of disasters to commonly identify the most appropriate disaster risk management activities for the region. In addition, the action framework for landslide risk management should be periodically reviewed, in line with the changing and development of the region.

Keywords*: Landslides, disaster risks management, Northern Mountainous Region.*

Người phản biện: PGS.TS. Đỗ Văn Bình
Ngày nhận bài: 17/7/2023
Ngày thông qua phản biện: 15/8/2023
Ngày duyệt đăng: 22/8/2023

MỘT SỐ VẤN ĐỀ VỀ NGUY CƠ SỰ CỐ MÔI TRƯỜNG DO THIÊN TAI GÂY RA TRONG LĨNH VỰC NÔNG NGHIỆP, NÔNG THÔN Ở VIỆT NAM

Tạ Đăng Thuần[1], Bùi Quốc Lập[2,*]

TÓM TẮT

Việt Nam là 1 trong những quốc gia thường xuyên hứng chịu ảnh hưởng của thiên tai và gây tổn thất nặng nề về người, tài sản, cơ sở hạ tầng, tác động xấu đến môi trường sống, sản xuất kinh doanh của người dân. Theo số liệu thống kê trong 20 năm qua cho thấy, tình hình thiên tai có xu thế ngày càng gia tăng và khó lường cả về quy mô cũng như chu kỳ lặp lại, nhất là bão mạnh, mưa lớn, lũ lụt, ngập úng, lũ quét, sạt lở đất, rét đậm, rét hại, nắng nóng, hạn hán, xâm nhập mặn... Đây là những thách thức lớn trong công tác phòng, chống và giảm nhẹ thiệt hại do thiên tai gây ra. Bên cạnh việc gây thiệt hại rất lớn về người và tài sản, thiên tai còn gây ra nhiều nguy cơ sự cố môi trường đặc biệt trong lĩnh vực nông nghiệp, nông thôn. Nghiên cứu này tập trung khái quát về tình hình thiên tai, các nguy cơ sự cố môi trường đối với nông nghiệp, nông thôn, các căn cứ pháp lý cho việc quản lý kiểm soát các nguy cơ sự cố môi trường và một số gợi ý cho quản lý kiểm soát trong tương lai.

Từ khoá: *Thiên tai, sự cố môi trường, nông nghiệp, nông thôn.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo báo cáo rủi ro toàn cầu năm 2020, một trong những nguyên nhân chính gây ra các nguy cơ sự cố môi trường (SCMT) có thể xảy ra trong 10 năm tới là do thiên tai [1]. Theo Luật Phòng, chống thiên tai và Luật Đê điều (2013) [2], với vị trí địa lý và điều kiện địa hình, địa mạo đa dạng của Việt Nam, đã tạo nên những đặc điểm khí hậu riêng biệt, dẫn tới sự hình thành nhiều loại hình thiên tai khác nhau theo mùa và đặc điểm riêng của từng vùng.

Qua đó có thể thấy, thiên tai thường để lại hậu quả gây ra rủi ro rất lớn về môi trường tự nhiên cũng như kinh tế - xã hội. Vì vậy, trong phòng chống và giảm nhẹ thiệt hại do thiên tai gây ra thì vấn đề giảm nhẹ thiệt hại về môi trường thông qua việc tập trung phòng ngừa và ứng phó các SCMT, bảo vệ môi trường và phòng chống dịch bệnh là vô cùng quan trọng và cấp thiết. Tuy nhiên, việc phòng ngừa, ứng phó các SCMT do thiên tai gây ra trong lĩnh vực nông nghiệp, nông thôn cho đến nay còn tương đối mới trên cả phương diện lý thuyết và thực tiễn. Về mặt lý thuyết, chúng ta vẫn chưa có các hướng dẫn để nhận diện, đánh giá các SCMT do thiên tai gây ra trong lĩnh vực nông nghiệp, nông thôn. Về thực tiễn, trong phòng chống thiên tai mới chủ yếu tập trung phòng ngừa, ứng phó để giảm thiểu thiệt hại về người và của khi có thiên tai, chưa chú trọng đến việc phòng ngừa, ứng phó các SCMT do thiên tai gây ra.

Bên cạnh các kết quả đã đạt được, cùng với diễn biến phức tạp, cực đoan của các loại hình thiên tai, yêu cầu bảo vệ môi trường và xã hội ngày càng trở nên cấp bách với phạm vi quy mô lớn về dân số và giá trị nền kinh tế. Do đó, cần phải có những đánh giá về hiện trạng các nguy cơ SCMT trong lĩnh vực nông nghiệp, nông thôn đối với từng loại hình thiên tai. Từ đó đề ra các giải pháp phù hợp cho từng khu vực và từng loại hình thiên tai nhằm "khắc phục khẩn trương và hiệu quả" các SCMT, phòng chống dịch bệnh, đảm bảo an toàn, phát triển bền vững…

Nghiên cứu này sẽ tập trung khái quát về tình hình thiên tai và một số SCMT điển hình do thiên tai gây ra trong lĩnh vực nông nghiệp, nông thôn; rà soát các căn cứ pháp lý cho việc quản lý, kiểm soát các nguy cơ sự cố môi trường và đề xuất một số phương hướng cho việc quản lý kiểm soát các SCMT trong nông nghiệp, nông thôn.

[1] Khoa Công nghệ hóa học và Môi trường, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Hưng Yên
[2] Khoa Hóa và Môi trường, Trường Đại học Thủy lợi
* Email: buiquoclap@tlu.edu.vn

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Theo quy định của Luật Phòng, chống thiên tai thì có rất nhiều loại hình thiên tai. Trong phạm vi nghiên cứu này chỉ tập trung làm rõ một số nguy cơ SCMT chính khi xảy ra các loại thiên tai điển hình như: Lũ quét, sạt lở đất; bão, áp thấp nhiệt đới (ATNĐ); lũ, ngập lụt; hạn hán và xâm nhập mặn ảnh hưởng đến lĩnh vực nông nghiệp, nông thôn cũng như các căn cứ pháp lý chủ yếu cho việc quản lý kiểm soát các SCMT.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu kế thừa có chọn lọc các tài liệu thứ cấp từ các thông tin, số liệu, dữ liệu đã được công bố của các công trình nghiên cứu khoa học, các tài liệu của các cơ quan có thẩm quyền liên quan và ý kiến của các chuyên gia trong lĩnh vực nghiên cứu.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tình hình thiên tai trong nông nghiệp, nông thôn

Thiên tai điển hình trong lĩnh vực nông nghiệp, nông thôn là các loại hình thiên tai tự nhiên hầu như xảy ra quanh năm và điển hình theo mùa với những đặc điểm riêng của từng vùng, khu vực khác nhau.

Theo Sổ tay hướng dẫn xây dựng phương án ứng phó tương ứng với các cấp độ rủi ro thiên tai [3], chi tiết các vùng thiên tai với các loại hình thiên tai điển hình trong lĩnh vực nông nghiệp, nông thôn được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Vùng thiên tai và các loại hình thiên tai điển hình trong lĩnh vực nông nghiệp, nông thôn theo 7 vùng sinh thái

TT	Vùng sinh thái	Các loại hình thiên tai điển hình
1	Vùng Trung du và miền núi phía Bắc	Lũ, lũ quét, sạt lở đất do mưa lũ hoặc dòng chảy, sụt lún đất do mưa lũ hoặc dòng chảy, bão, ATNĐ, rét hại, sương muối, mưa lớn, lốc, sét mưa đá, động đất.
2	Vùng đồng bằng sông Hồng	ATNĐ, bão, nước biển dâng, lũ, ngập lụt, hạn hán, xâm nhập mặn, rét hại, mưa lớn, sạt lở đất do dòng chảy, sụt lún đất do mưa lũ hoặc dòng chảy, nắng nóng.
3	Vùng Bắc Trung bộ	ATNĐ, bão, nắng nóng, lũ quét, sạt lở đất do mưa lũ hoặc dòng chảy, sụt lún đất do mưa lũ hoặc dòng chảy, rét hại, mưa lớn, lốc, sét mưa đá.
4	Vùng duyên hải Nam Trung bộ	Lũ, ngập lụt, ATNĐ, bão, nước dâng, hạn hán, xâm nhập mặn, sạt lở đất do dòng chảy, sụt lún đất do mưa lũ hoặc dòng chảy, mưa lớn.
5	Vùng Tây Nguyên	ATNĐ, bão, nắng nóng, hạn hán, lũ, ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất do dòng chảy, sụt lún đất do mưa lũ hoặc dòng chảy, lốc, sét, mưa đá.
6	Vùng Đông Nam bộ	Mưa lớn, ngập lụt, lũ, bão, ATNĐ, dông lốc, hạn hán, sạt lở đất.
7	Vùng đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL)	ATNĐ, bão, lũ, ngập lụt, nước dâng, hạn hán, xâm nhập mặn, sạt lở đất do dòng chảy, sụt lún đất do mưa lũ hoặc dòng chảy, mưa lớn, dông, lốc, sét, mưa đá.

Xét về mức độ thiệt hại về vật chất, số liệu tổng hợp do các loại hình thiên tai được thể hiện qua số lượng thiệt hại bằng tiền (Bảng 2) và biểu thị thiệt hại bằng tiền qua các năm so với tổng thiệt hại (Hình 1), thiệt hại của các lĩnh vực trong ngành nông nghiệp (Hình 2) và diện tích nông nghiệp bị ảnh hưởng bởi mỗi loại hình thiên tai (Hình 3) trong giai đoạn từ năm 2016 - 2020.

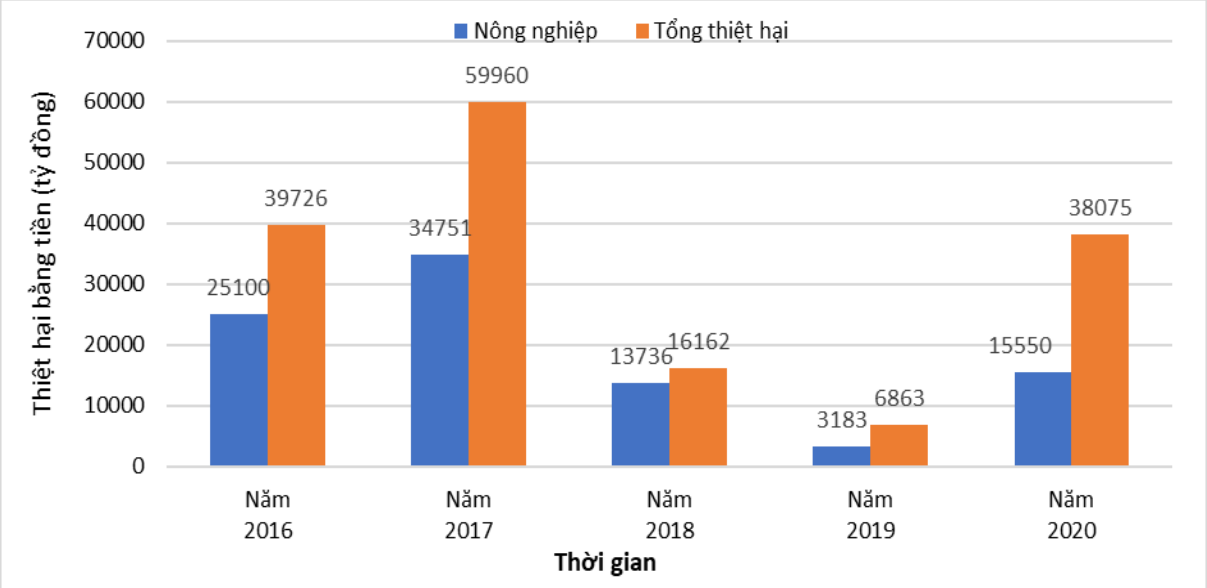
Theo Tổng cục Phòng, chống thiên tai (2016 - 2019) [4 - 8], giai đoạn năm 2016 - 2020 thiệt hại do thiên tai là rất lớn lên tới 164.624 tỷ đồng, cụ thể trong đó loại hình thiên tai bão và ATNĐ gây thiệt hại là lớn nhất với 48,931 tỷ đồng, trong đó năm 2017 gây thiệt hại đặc biệt lớn là 43.907 tỷ đồng. Tiếp theo đó là do cộng hưởng của bão và mưa lũ sau bão là 48,018 tỷ đồng và năm có thiệt hại lớn nhất là năm 2020 là 31.076 tỷ đồng (Bảng 2).

Bảng 2. Bảng thống kê thiệt hại của các loại hình thiên tai từ năm 2016 - 2020 (tỷ đồng)

Năm / Loại hình	2016	2017	2018	2019	2020	Tổng
Lũ quét, sạt lở đất	0	0	802	42	585	1.429
Mưa lớn, ngập lụt	0	19	6.616	0	77	6.712
Giông lốc, sét	315	129	338	330	937	2.050 (2049)
Hạn hán, xâm nhập mặn	15.701	0	0	0	2.500	18.201
Thiệt hại khác	0	0	3.897	386	0	4.283
Bão + Mưa lũ sau bão	15.600	1	1.341	0	31.076	48.018
Mưa lũ	5.858	15.687	6.691	3.155	0	31.391
Bão + Áp thấp nhiệt đới	0	43.907	2.087	2.937	0	48.931
Các loại khác	2.252	217	315	13	2.900	5.697
Tổng	39.726	59.960	20.000	6.863	38.075	164.624

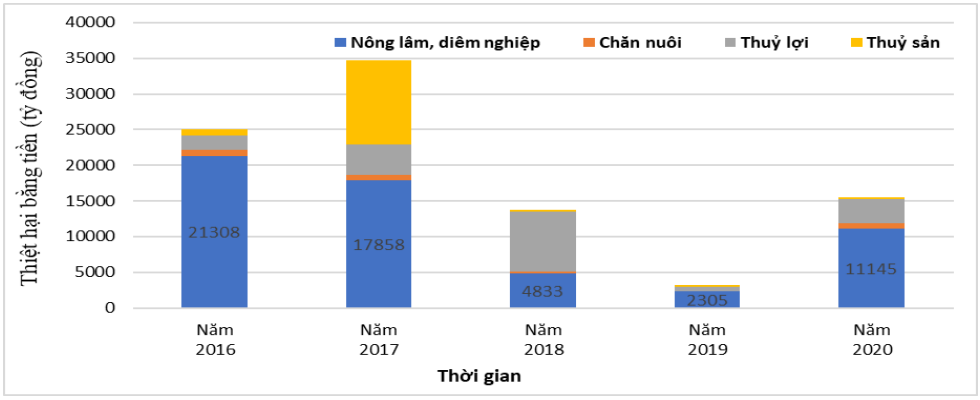
Bảng 2 cho thấy, 5 loại hình thiên tai điển hình (gồm cả kết hợp) theo thứ tự là bão và áp thấp nhiệt đới, bão và mưa lũ sau bão, mưa lũ, hạn hán, xâm nhập mặn và mưa lớn, ngập lụt. Năm 2017 là năm có thiệt hại về tiền do thiên tai lớn nhất với 59.960 tỷ đồng, tiếp theo đó là năm 2016 với 39.726 tỷ đồng, năm 2020 là 38.075 tỷ đồng, năm 2018 là 16.162 tỷ đồng và thấp nhất trong giai đoạn là 6.863 tỷ đồng (năm 2019).

Ngành nông nghiệp là một trong những ngành bị ảnh hưởng cũng như thiệt hại lớn nhất do thiên tai. Số liệu thống kê thiệt hại của thiên tai qua các năm trong giai đoạn 2016 - 2020 được biểu thị trong hình 1, 2 và 3.



Hình 1. So sánh thiệt hại bằng tiền của ngành nông nghiệp với tổng thiệt hại do thiên tai giai đoạn năm 2016 - 2020

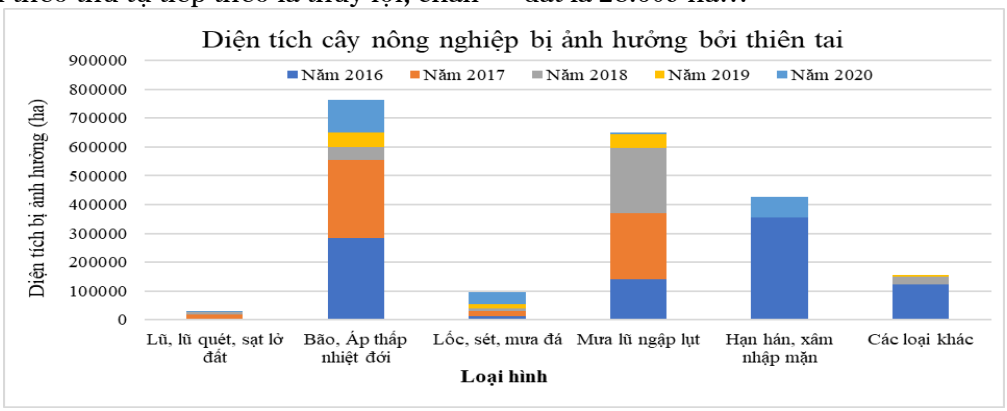
Qua hình 1 cho thấy, thiệt hại do thiên tai ảnh hưởng đến ngành nông nghiệp là rất lớn với tổng thiệt hại lên tới 92.320 tỷ đồng trong giai đoạn năm 2016 - 2020, cụ thể năm 2017 là 34.751 tỷ đồng chiếm 58% tổng thiệt hại do thiên tai, năm 2016 là 25.100 tỷ đồng chiếm 63,2% tổng thiệt hại và thấp nhất là năm 2019 là 3.183 tỷ đồng (chiếm đến 46,4%). Như vậy, có thể thấy ngành nông nghiệp chiếm tỷ lệ thiệt hại lớn so với tổng thiệt hại do thiên tai với trung bình trong giai đoạn năm 2016 - 2020 là 58,7%.



Hình 2. Thiệt hại của các lĩnh vực trong ngành nông nghiệp do thiên tai giai đoạn năm 2016 - 2020

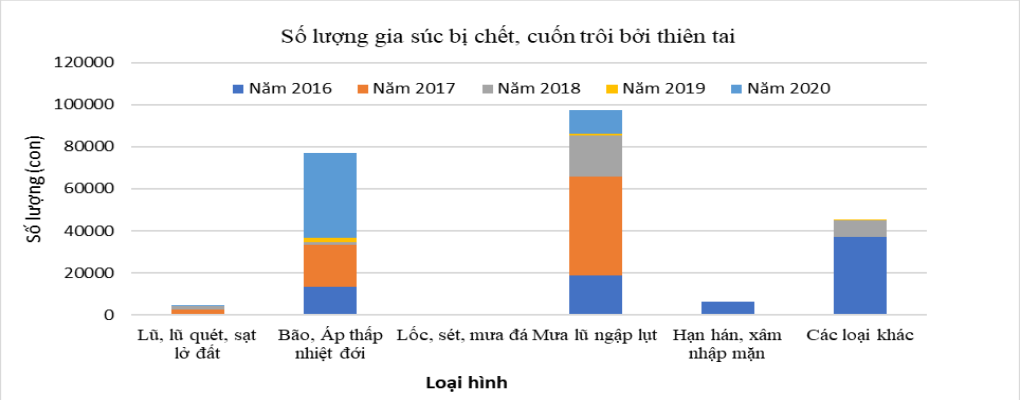
Hình 2 cho thấy, trong lĩnh vực nông nghiệp như: Nông lâm, diêm nghiệp; chăn nuôi; thuỷ lợi và thuỷ sản thì lĩnh vực bị thiệt hại nhiều nhất do thiên tai là lĩnh vực nông lâm, diêm nghiệp chiếm tỷ lệ rất lớn từ 35,2 - 84,9%. Cụ thể, năm 2016 bị thiệt hại 21.308 tỷ đồng chiếm 84,9%, năm 2017 là 17.858 tỷ đồng chiếm 51,49%, còn năm 2020 có tỷ lệ thấp nhất thì cũng chiếm tới 35,2%. Lĩnh vực chịu thiệt hại theo thứ tự tiếp theo là thuỷ lợi, chăn nuôi và thuỷ sản.

Trong giai đoạn năm 2016 - 2020, diện tích cây nông nghiệp bị ảnh hưởng bởi các loại hình thiên tai là rất lớn được biểu thị ở hình 3 [9] với tổng diện tích bị ảnh hưởng là 2.123.414 ha, cụ thể ảnh hưởng bởi bão và ATNĐ là lớn nhất lên tới 763.592 ha, tiếp theo là mưa lũ ngập lụt là 649.283 ha, hạn hán xâm nhập mặn là 427.596 ha; lũ, lũ quét, sạt lở đất là 28.609 ha…



Hình 3. Diện tích cây nông nghiệp bị ảnh hưởng do thiên tai giai đoạn năm 2016 - 2020

Hình 4 cho thấy, lĩnh vực chăn nuôi cũng bị ảnh hưởng nặng nề với tổng số lượng gia súc bị chết, cuốn trôi giai đoạn năm 2016 - 2020 là 230.884 con, trong đó năm 2016 có số lượng lớn nhất là 75.874 con, tiếp đến là năm 2017 với 69.777 con và loại hình thiên tai do mưa lũ, ngập lụt là 97.224 con, tiếp đến là do bão, áp thấp nhiệt đới là 77.198 con [9].



Hình 4. Số lượng gia súc bị chết và cuốn trôi do thiên tai giai đoạn 2016 - 2020

3.2. Nguy cơ SCMT do thiên tai trong nông nghiệp, nông thôn.

Theo Luật Bảo vệ môi trường 2020 [10], nguy cơ SCMT do thiên tai là các mối nguy ảnh hưởng đến môi trường khi xảy ra sự biến đổi bất thường của các yếu tố thời tiết tự nhiên có khả năng đe dọa đến môi trường tự nhiên xung quanh, hoặc ảnh hưởng xấu đến sức khỏe của con người. Bảng 3 tóm tắt nhận diện các nguy cơ SCMT chính do các loại hình thiên tai điển hình gây ra.

Bảng 3. Các nguy cơ SCMT do các loại hình thiên tai điển hình

Loại hình thiên tai	Môi trường chịu tác động	Nguy cơ sự cố môi trường
Lũ quét, sạt lở đất	Môi trường đất, nước mặt, hệ sinh thái, kinh tế - xã hội	- Phát sinh lượng bùn đất và chất thải rắn lớn (bao gồm xác động thực vật) - Thiệt hại về người và tài sản - Vùi lấp ruộng đồng, các khu canh tác nông nghiệp
Bão, ATNĐ	Môi trường đất, nước mặt, nước ngầm, kinh tế - xã hội	- Rác thải, bùn thải lớn, động thực vật chết - Ô nhiễm nước mặt, nước ngầm - Gây mất vệ sinh môi trường, gây ảnh hưởng xấu tới sức khỏe con người - Gây thiệt hại về người và tài sản - Gây mất việc làm, gia tăng nghèo đói
Lũ, ngập lụt	Môi trường đất, nước mặt, nước ngầm, kinh tế - xã hội	- Rác thải, bùn thải lớn, xác động vật chết - Ô nhiễm nước mặt, nước ngầm - Gây mất vệ sinh môi trường, gây ảnh hưởng xấu tới sức khỏe con người - Gây thiệt hại về người và tài sản - Gây mất việc làm, gia tăng nghèo đói
Hạn hán và xâm nhập mặn	Môi trường đất, nước mặt, nước ngầm, hệ sinh thái, kinh tế - xã hội	- Suy thoái, ô nhiễm đất - Hủy hoại cây trồng, hệ sinh thái (cháy rừng), phát sinh một lượng lớn chất thải rắn (do thực vật chết) - Ảnh hưởng đến cung cấp nước sạch và vệ sinh môi trường

3.2.1. Lũ quét, sạt lở đất

Lũ quét, sạt lở đất là loại hình thiên tai điển hình thường xuất hiện ở các khu vực như miền núi phía Bắc, Bắc Trung bộ, Tây Nguyên… đã gây thiệt hại lớn về người và vật chất, gây ra các SCMT như phát sinh một lượng lớn bùn đất, chất thải vùi lấp nhà cửa, đồng ruộng, làm chết và kéo theo sự suy thoái các quần thể động, thực vật. Đồng thời cuốn theo và hòa tan nhiều chất bẩn tích tụ trong suốt những tháng mùa khô hay các chất thải, các chất nguy hại từ các bãi thu gom, tập kết và xử lý chất thải rắn; công trình xử lý nước thải, hệ thống thoát nước thải bị phá huỷ; từ các kho chứa hóa chất, kho chứa thuốc bảo vệ thực vật...làm nguồn nước mặt, nước ngầm tại các khu vực bão, lũ bị ô nhiễm bởi các vi sinh vật gây bệnh, các loại hóa chất gây độc cho môi trường... làm cho chất ô nhiễm có khả năng phát tán, lan truyền trên diện tích rộng lớn. Bên cạnh đó lũ quét cũng làm gia tăng tình trạng trượt, sạt lở, xói mòn, rửa trôi, suy thoái môi trường đất.

3.2.2. Bão, áp thấp nhiệt đới, mưa lớn, ngập lụt

Bão, mưa lớn, ngập lụt đã gây ra những vấn đề môi trường lớn như làm phát sinh, tồn ứ một lượng nước thải, rác thải, bùn thải rất lớn từ các điểm thu gom, hệ thống thoát nước ra khu vực xung quanh đồng thời cuốn theo các chất độc hại vào môi trường ảnh hưởng đến môi trường nước mặt, nước ngầm, xâm nhập vào hệ thống cấp nước của các khu vực dân cư, gây nguy hiểm đến sức khỏe cộng đồng thậm chí đe dọa tính mạng của người dân, các loài động thực vật trong khu vực. Lũ lụt do bão cũng có thể giải phóng các chất ô nhiễm như từ khai thác mỏ, trầm tích ngâm dầu mỡ, kim loại nặng, phù sa chứa nhiều chất dinh dưỡng và polychlorinated biphenyls (PCB) vốn bị lưu giữ

trong các sông suối. Các chất ô nhiễm này thường gây ra những thiệt hại lâu dài cho môi trường [11].

Bão lũ có thể gây ra nước biển dâng làm ngập lụt ven biển, nhiễm mặn đồng ruộng ảnh hưởng trực tiếp đến sản xuất nông nghiệp hoặc nuôi thủy sản.

Bên cạnh đó khi bão, mưa lớn, ngập lụt xảy ra có tác động lớn đến dịch vụ cấp nước sạch như làm hư hại nhà máy, các công trình cấp nước, làm vỡ đường ống nước gây ô nhiễm nguồn nước dẫn đến làm gián đoạn dịch vụ cấp nước phục vụ nhu cầu ăn uống và sinh hoạt cho người dân.

Đồng thời khi những thiên tai trên xảy ra là điều kiện gây bùng phát dịch bệnh truyền nhiễm, nhất là các bệnh về đường ruột, bệnh ngoài da, bệnh về mắt, bệnh phụ khoa.

Những nguy cơ trên nếu không được xử lý kịp thời nó sẽ là nguy cơ gây ra ô nhiễm, suy thoái môi trường nghiêm trọng, phát sinh dịch bệnh, ảnh hưởng đến sức khỏe con người và hệ sinh thái.

3.2.3. Hạn hán, xâm nhập mặn

Hạn hán và xâm nhập mặn thường xuất hiện ở các tỉnh ven biển đồng bằng Bắc bộ, duyên hải miền Trung và ĐBSCL, gây ra các vấn đề môi trường như làm chết một lượng lớn cây trồng, gây suy thoái và ô nhiễm đất (nhiễm mặn) nghiêm trọng, thiếu nước sinh hoạt, ảnh hưởng lớn đến các vấn đề vệ sinh môi trường nông thôn.

Hạn hán ảnh hưởng đến sự sinh trưởng, phát triển và sức đề kháng của các loại thực vật. Cây trồng rất dễ bị nhiễm các bệnh truyền nhiễm dẫn đến các khu vực rộng lớn bị ảnh hưởng bởi hạn hán thường bị mất lớp phủ thực vật.

Hạn hán, xâm nhập mặn dẫn đến tình trạng thiếu nước sinh hoạt và tưới tiêu và gây ra những thay đổi trong hệ sinh thái thủy sinh. Những thay đổi về độ mặn của sông và sự sẵn có của nước ngọt sẽ ảnh hưởng đến năng suất của nhiều loại thủy sản đánh bắt, ảnh hưởng xấu đến môi trường sống hoang dã của các loài cá nước ngọt. Bên cạnh đó việc thiếu nước và lương thực trong các đợt hạn hán buộc động vật hoang dã phải di cư đến những nơi an toàn hơn. Do đó, các khu vực bị ảnh hưởng bởi hạn hán cho thấy sự mất mát lớn về đa dạng sinh học.

Hạn hán xâm nhập mặn tác động đến kinh tế, xã hội như giảm năng suất cây trồng, giảm diện tích gieo trồng, giảm sản lượng cây trồng, chủ yếu là sản lượng cây lương thực, tăng chi phí sản xuất nông nghiệp, giảm thu nhập của lao động nông nghiệp, tăng giá thành và giá cả các lương thực và giảm tổng giá trị sản phẩm chăn nuôi.

3.3. Phương hướng về quản lý kiểm soát nguy cơ SCMT do thiên tai trong lĩnh vực nông nghiệp, nông thôn

Nghiên cứu đề xuất một số phương hướng nâng cao năng lực phòng ngừa, cảnh báo nguy cơ SCMT do thiên tai trong lĩnh vực trong nông nghiệp, nông thôn:

- Cần có các quy định cụ thể để hướng dẫn chi tiết việc thực hiện phòng ngừa, ứng phó SCMT do thiên tai gây ra đối với lĩnh vực nông nghiệp, nông thôn;

- Trong các chức năng của bộ máy phòng chống thiên tai các cấp cần bổ sung chức năng "phòng ngừa, ứng phó SCMT" do thiên tai gây ra trong lĩnh vực nông nghiệp, nông thôn;

- Bộ Nông nghiệp và PTNT cần sớm ban hành Sổ tay hướng dẫn kỹ thuật về phòng ngừa, ứng phó SCMT do các loại hình thiên tai gây ra theo cấp độ rủi ro thiên tai đối với lĩnh vực nông nghiệp, nông thôn;

- Các cấp, các ngành thuộc lĩnh vực nông nghiệp, nông thôn cần tích cực phòng ngừa, chủ động xây dựng kế hoạch, chuẩn bị các nguồn lực, phương án để sẵn sàng ứng phó khi xảy ra SCMT do thiên tai gây ra;

- Tiếp nhận, xử lý kịp thời thông tin SCMT, đảm bảo thông tin cho hoạt động ứng phó, báo cáo kịp thời đến cơ quan có thẩm quyền khi vượt khả năng ứng phó;

- Ứng phó sự cố môi trường thực hiện theo phương châm "chỉ huy tại chỗ, lực lượng tại chỗ, phương tiện, vật tư tại chỗ, hậu cần tại chỗ"; phối hợp, huy động mọi nguồn lực để nâng cao hiệu quả hoạt động chuẩn bị và ứng phó SCMT;

- Chỉ huy thống nhất, phối hợp và hiệp đồng chặt chẽ giữa các lực lượng, phương tiện, thiết bị tham gia hoạt động ứng phó SCMT;

- Tổ chức, cá nhân gây ra SCMT có trách nhiệm ứng phó SCMT, chi trả chi phí ứng phó SCMT;

- Sự cố môi trường xảy ra ở cơ sở, địa phương nào thì người đứng đầu cơ sở, địa phương đó có trách nhiệm chỉ đạo, tổ chức ứng phó phải theo sự phân công, phân cấp, chỉ huy thống nhất và phối hợp chặt chẽ giữa các lực lượng, phương tiện, thiết bị tham gia hoạt động ứng phó;

- Khuyến khích, tạo điều kiện cho tổ chức, cá nhân đầu tư cung cấp dịch vụ ứng phó SCMT;

- Tuân thủ quy định về phòng ngừa, ứng phó sự cố môi trường của Luật Bảo vệ môi trường năm 2020; Luật Phòng, chống thiên tai năm 2013; Luật sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật Phòng, chống thiên tai và Luật Đê điều năm 2020 và các văn bản pháp luật liên quan.

4. KẾT LUẬN

Do tác động của biến đổi khí hậu, thiên tai ở Việt Nam thời gian gần đây diễn ra rất phức tạp, cực đoan và khó lường. Thiên tai đã gây ra nhiều thiệt hại, để lại hậu quả nghiêm trọng, cần khắc phục lâu dài. Những nguy cơ SCMT do thiên tai gây ra trong lĩnh vực nông nghiệp, nông thôn ngày càng tác động đến nhiều mặt đối với con người và môi trường. Mặc dù đã có những căn cứ pháp lý nhằm quản lý, dự báo, ngăn ngừa cũng như giảm thiểu tác động của SCMT đến nông nghiệp, nông thôn, song khái niệm "*Sự cố môi trường do thiên tai gây ra đối với lĩnh vực nông nghiệp, nông thôn*" có thể nói còn khá mới mẻ, chưa có các quy định cụ thể hướng dẫn việc phòng ngừa, ứng phó đối với loại hình SCMT này. Bên cạnh đó, nhận thức của một bộ phận cán bộ quản lý các cấp cũng như cộng đồng dân cư về vấn đề này vẫn còn chưa đầy đủ. Do đó, thể chế, chính sách cũng như nguồn lực để thực hiện việc phòng ngừa, ứng phó các SCMT do thiên tai gây ra trong lĩnh vực nông nghiệp, nông thôn còn nhiều hạn chế. Trong bối cảnh đó, nghiên cứu này bước đầu đã đưa ra một số phương hướng cho việc quản lý kiểm soát các nguy cơ SCMT do thiên tai gây ra đối với lĩnh vực nông nghiệp, nông thôn, góp phần xây dựng ngành nông nghiệp, nông thôn an toàn hơn trước thiên tai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Gayle Markovitz (2020). "https://www.weforum.org/," 15 January 2020. Available: https://www.weforum.org/agenda/2020/01/what-s-missing-from-the-2020-global-risks-report/.

2. Luật Phòng, chống thiên tai và Luật Đê điều. (2013).

3. Ban chỉ đạo Trung Ương về phòng chống thiên tai (2020). Sổ tay hướng dẫn xây dựng phương án ứng phó tương ứng với các cấp độ rủi ro thiên tai. Nxb Hà Nội.

4. Tổng cục Phòng chống thiên tai (2016). "https://phongchongthientai.mard.gov.vn/". https://phongchongthientai.mard.gov.vn/Pages/bang-thong-ke-thiet-hai-do-thien-tai-nam-2016.aspx, truy cập ngày 3/7/2023.

5. Tổng cục Phòng chống thiên tai (2017). "https://phongchongthientai.mard.gov.vn" https://phongchongthientai.mard.gov.vn/Pages/bang-thong-ke-thiet-hai-do-thien-tai-nam-2017.aspx, truy cập ngày 3/7/2023.

6. Tổng cục Phòng chống thiên tai (2018). "https://phongchongthientai.mard.gov.vn," 2018. https://phongchongthientai.mard.gov.vn/Pages/bang-thong-ke-thiet-hai-do-thien-tai-nam-2018.aspx, truy cập ngày 3/7/2023.

7. Tổng cục Phòng chống thiên tai (2019). "https://phongchongthientai.mard.gov.vn/" https://phongchongthientai.mard.gov.vn/Pages/bang-thong-ke-thiet-hai-do-thien-tai-nam-2019.aspx, truy cập ngày 3/7/2023.

8. Tổng cục Phòng, chống thiên tai (2020). https://phongchongthientai.mard.gov.vn. https://phongchongthientai.mard.gov.vn/Pages/bieu-tong-hop-thiet-hai-do-thien-tai-2020-tinh-den-17h-15-11-2020-.aspx, truy cập ngày 3/7/2023.

9. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2020). Kế hoạch Phòng, chống thiên tai Bộ Nông nghiệp và PTNT giai đoạn năm 2021 – 2025. Hà Nội.

10. Luật Bảo vệ môi trường (2020).

11. Trần Thị Tuyết Hạnh (2020). Ứng phó với một số vấn đề sức khỏe môi trường trong bão lụt. *Tạp chí Môi trường*, 11, 58 - 60.

SOME ISSUES ABOUT THE RISK OF ENVIRONMENTAL ACCIDENTS CAUSED BY DISASTER IN AGRICULTURE RURAL IN VIETNAM

Ta Dang Thuan[1], Bui Quoc Lap[2]
[1]Hung Yen University of Technology and Education
[2]ThuyLoi University

Summary

Vietnam is one of the countries which is frequently affected by natural disasters. Over the years, all regions of the country have suffered from all kinds of natural disasters (except tsunamis), causing heavy loss of human lives, property, infrastructure, adverse impacts on the living environment, production and business of the people. According to statistics, in the past 20 years, the situation of natural disasters has an increasing and unpredictable trend in both scale and repetition cycle, especially strong storms, heavy rains, floods, inundation, flash floods, landslides, extreme cold, harmful cold, heat, drought, saltwater intrusion... These are big challenges in the prevention, control and mitigation of damages caused by natural disasters. In addition to causing great damage to people and property, natural disasters also cause many risks of environmental incidents, especially in the field of agriculture and rural areas. This study focuses on the overview of natural disasters, environmental incident risks for agriculture and rural areas, legal bases for the management and control of environmental incidents and some suggestions for future control management.

Keywords: *Natural disasters, Environmental incidents, agriculture, rural areas.*

Người phản biện: PGS.TS. Trịnh Thị Thanh
Ngày nhận bài: 12/7/2023
Ngày thông qua phản biện: 14/8/2023
Ngày duyệt đăng: 21/8/2023

PHÂN TÍCH ĐỘ TIN CẬY TUYẾN ĐÊ SÔNG LUỘC TỈNH HƯNG YÊN THEO PHƯƠNG PHÁP MONTE CARLO

Nguyễn Lan Hương[1,*], Lê Xuân Khâm[1],
Bùi Quang Cường[1], Bùi Ngọc Tuyến[2]

TÓM TẮT

Hiện nay cả nước có khoảng 10.600 km đê sông, trong đó có trên 2.500 km đê được phân cấp từ cấp 3 đến cấp đặc biệt, còn lại là đê dưới cấp 3 và đê chưa được phân cấp. Các thiết kế mới và nâng cấp, sửa chữa hệ thống phòng lũ ở Việt Nam đang sử dụng phương pháp thiết kế tất định, trong khi các nước có nhiều hệ thống thủy lợi lớn trên thế giới đã phát triển phương pháp thiết kế ngẫu nhiên ở cấp độ hai, cấp độ ba và phương pháp Monte Carlo, đã xây dựng và sử dụng các tiêu chuẩn về độ tin cậy để đánh giá an toàn cho các hệ thống phòng lũ trong nhiều năm qua. Phương pháp thiết kế ngẫu nhiên theo các cấp độ (2 và 3) có khả năng tối ưu kích thước và chi phí xây dựng trong khi vẫn đảm bảo độ an toàn của công trình trong mức độ cho phép. Do đó, việc thiết kế công trình theo phương pháp lý thuyết độ tin cậy mang lại hiệu quả kinh tế cao hơn so với các phương pháp thiết kế tất định truyền thống. Nghiên cứu này xây dựng bài toán phân tích độ tin cậy cho một hệ thống phòng lũ bảo vệ bờ sông theo phương pháp Monte Carlo và đây cũng được gọi là phân tích ngẫu nhiên cấp độ 3. Ứng dụng quy trình tính toán đã xây dựng để phân tích độ tin cậy theo phương pháp Monte Carlo cho tuyến đê sông Luộc dài 9,1 km bảo vệ tỉnh Hưng Yên và có các kết luận về mức an toàn của tuyến đê.

Từ khóa: *Phương pháp Monte Carlo, xác suất sự cố, biến ngẫu nhiên, hàm tin cậy, độ tin cậy, cơ chế sự cố.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam là nước có hệ thống sông ngòi dày đặc, các hệ thống đê chống lũ là giải pháp được sử dụng rất hiệu quả để bảo vệ các vùng dân cư ven sông và toàn bộ vùng châu thổ trước nguy cơ ngập lụt. Hiện nay cả nước có khoảng 10.600 km đê sông, trong đó có khoảng 2.500 km đê được phân cấp từ cấp 3 đến cấp đặc biệt, còn lại là đê dưới cấp 3 và đê chưa được phân cấp. Có thể kể đến một số hệ thống đê các vùng như: Các tuyến đê bảo vệ vùng đồng bằng Bắc bộ và Bắc Trung bộ dài 5.620 km; hệ thống đê sông, đê cửa sông khu vực Trung Trung bộ và Nam Trung bộ với tổng chiều dài 904 km; hệ thống đê sông, bờ bao khu vực đồng bằng sông Cửu Long có chiều dài 4.075 km [1].

Nhiều hệ thống đê phòng chống lụt bão ở Việt Nam được thiết kế và xây dựng dựa theo kinh nghiệm, áp dụng các tiêu chuẩn an toàn phù hợp với tình hình thực tế của một vài thập kỷ trước, do vậy trong quá trình vận hành thường xảy ra các hư hỏng và sự cố nguy hiểm, nhất là vỡ đê khi có lũ. Các tuyến đê chủ yếu được đắp bằng đất, dưới tác động của mưa, lũ, bão nên thường xuyên bị hư hỏng, xuống cấp nhanh, khó đảm bảo an toàn khi phải chống chọi với lũ lớn, sóng to và gió lớn [1]. Các tuyến đê được đắp bồi qua nhiều năm nên chất lượng thân các tuyến đê không đồng đều, trong thân đê tiềm ẩn nhiều khiếm khuyết như: xói ngầm, tổ mối và hang động vật. Khi có bão, lũ mực nước sông dâng cao, độ chênh lệch với mực nước trong đồng lớn, do đó nhiều đoạn đê xuất hiện các sự cố mạch đùn, sủi, thẩm lậu làm sạt trượt mái đê phía sông, phía đồng và nếu không phát hiện, xử lý kịp thời sẽ gây ra hậu quả nghiêm trọng tới an toàn của tuyến đê [1], [2].

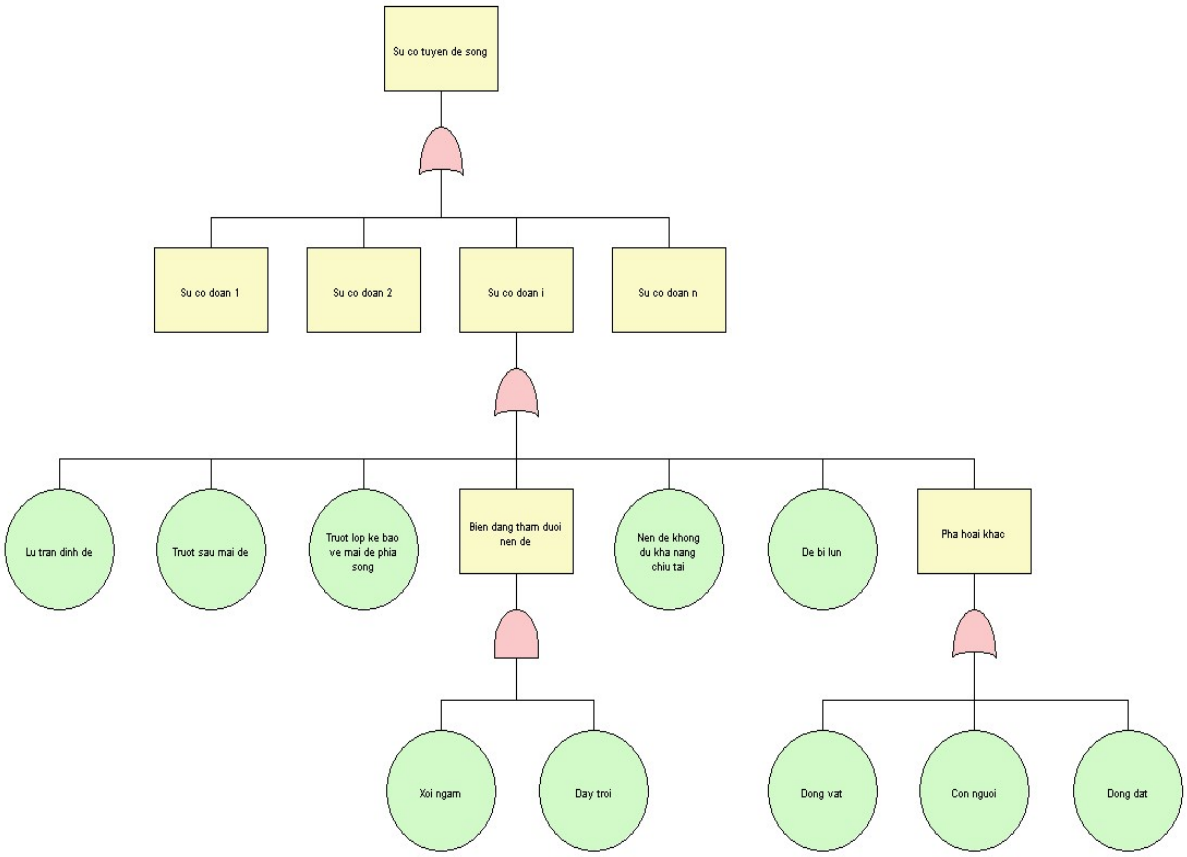
Các thiết kế tuyến đê mới và nâng cấp sửa chữa hệ thống phòng lũ ở Việt Nam đang sử dụng phương pháp thiết kế tất định. Các nước có nhiều hệ thống thủy lợi lớn trên thế giới như Trung Quốc, Nhật Bản, Nga, Mỹ, Hà Lan … đã xây dựng và sử dụng các tiêu chuẩn về độ tin cậy để đánh giá an toàn cho các hệ thống phòng lũ, đã phát

[1] Trường Đại học Thủy Lợi
[2] CH30C11 - Trường Đại học Thủy Lợi
*Email: lanhuong@tlu.edu.vn

triển phương pháp thiết kế ngẫu nhiên ở cấp độ hai, độ ba và phương pháp Monte Carlo. Đây là phương pháp có khả năng tối ưu kích thước và chi phí xây dựng trong khi vẫn đảm bảo độ an toàn của công trình trong mức độ cho phép. Với mong muốn tiếp cận với một hướng thiết kế hiện đại của thế giới cho các công trình phòng lũ bảo vệ bờ sông ở Việt Nam và sử dụng được hiệu quả các biến ngẫu nhiên tại các trạm quan trắc về công trình thủy, nghiên cứu này xây dựng bài toán phân tích độ tin cậy cho một hệ thống phòng lũ bảo vệ bờ theo phương pháp Monte Carlo, đây cũng được gọi là phân tích ngẫu nhiên cấp độ 3. Ứng dụng quy trình tính toán độ tin cậy theo phương pháp này để đánh giá an toàn cho tuyến đê sông Luộc tỉnh Hưng Yên dài 9,1 km, có kể đến ảnh hưởng của chiều dài tuyến đê.

2. BÀI TOÁN ĐÁNH GIÁ AN TOÀN CÔNG TRÌNH THEO PHƯƠNG PHÁP MONTE CARLO

2.1. Mô phỏng hệ thống đê sông



Hình 1. Sơ đồ cây sự cố tuyến đê sông

Đánh giá hiện trạng hệ thống đê sông để thống kê được các hư hỏng có khả năng xảy ra với từng đoạn đê và các công trình trên đê; xem xét mối liên kết giữa các đoạn đê, các công trình bố trí trên đê, mối tương quan và liên kết của các cơ chế sự cố trong từng đoạn.

2.2. Thiết lập các hàm tin cậy Z

Hàm tin cậy Z biểu thị mối quan hệ giữa sức chịu tải và tải trọng tác dụng vào công trình. Với mỗi cơ chế phá hoại sẽ thiết lập được một hàm tin cậy (HTC): $Z = R(x_i) - N(y_j)$ (1)

Trong đó: $N(y_i) = N(y_1, y_2, ..., y_n)$ là hàm tải trọng; $R(x_i) = R(x_1, x_2, ..., x_n)$ là hàm sức chịu tải.

x_i là các biến ngẫu nhiên cơ bản gồm: Các ảnh hưởng phát sinh từ môi trường nước, môi trường đất, đá, các công trình chống lại sự phá hoại công trình; y_i là các biến ngẫu nhiên cơ bản gồm: Các tác động phát sinh từ môi trường nước, các ảnh hưởng của môi trường nền thông qua tính chất của đất đá cũng như các tải trọng phát sinh từ môi trường công trình thông qua tính chất của vật liệu xây dựng [3].

$x_i, y_i, R(x_i), N(y_i), Z$ là các biến ngẫu nhiên và các hàm ngẫu nhiên có luật phân bố xác suất bất kỳ (Mục 2.3).

Bảng 1. Một số hàm tin cậy của các cơ chế sự cố cho các đoạn đê [4 - 6]

TT	Cơ chế phá hoại	Hàm tin cậy	Ghi chú
1	Lũ tràn đỉnh đê	$Z_1 = Z_d - Z_{MN}$	Z_{dd}: Cao trình đỉnh đê; Z_{MN}: Mực nước cao nhất trước đê có kể đến độ dềnh do gió (Δh)
2	Trượt mái đê	$Z_2 = \left(\sum_{i=1}^{m}\left(c.b_n + \left(W_n - u_n.b_n\right).\tan\varphi\right).\frac{1}{m_\alpha}\right) - \left(\sum_{i=1}^{m} W_n.\sin\alpha_n\right)$ Với: $m_\alpha = \left(1 + \frac{\tan\alpha_n.\tan\varphi}{K_{at}}\right).\cos\alpha_n$	$K_{at}, W_n, u_n, c, \varphi, \alpha_n, b_n$ lần lượt là hệ số an toàn mái dốc, trọng lượng thỏi đất, áp lực nước lỗ rỗng, lực dính đơn vị, góc nội ma sát, góc theo phương ngang và phương cung trượt, bề rộng của thỏi đất
3	Trượt lớp kè bảo vệ mái đê phía sông.	$Z_3 = \left(G.\cos\alpha.\tan g\varphi + C.L\right) - G.\sin\alpha$	G, α, φ, C, L lần lượt là khối lượng lớp gia cố mái kè, góc nghiêng của mái kè, góc ma sát trong của đất dưới mái kè, lực dính đơn vị của đất và chiều dài mái kè.
4	Biến dạng thấm dưới nền đê (Xói ngầm, đẩy trồi)		
4.1	Xói ngầm	$Z_{4.1} = \rho_c.g.d - \rho_w.g.\Delta H$	ρ_c là khối lượng đơn vị bão hòa của lớp đất nền; ρ_w là khối lượng đơn vị của nước; g là gia tốc trọng trường; d là bề dày lớp đất sét tính từ chân đê đến lớp cát bên dưới; ΔH là cột nước áp lực
4.2	Đẩy trồi	$Z_{4.2} = \frac{m.L}{C} - \Delta H$	m là thông số mô hình; L_t là chiều dài đường viền thấm; c là hệ số Bligh
5	Nền đê không đủ khả năng chịu tải	$Z_5 = R^{TC} - \sigma_{TB}$	R^{TC} sức chịu tải của đất nền; σ_{TB} ứng suất trung bình của chân đê.

2.3. Tính độ tin cậy của các cơ chế sự cố theo phương pháp Monte Carlo

2.3.1. Thể hiện các biến ngẫu nhiên (BNN) theo luật phân bố xác suất

Sử dụng phương pháp Monte Carlo để tạo lập rất nhiều BNN (ξ) trong hàm tin cậy Z theo luật phân bố xác suất của các biến đó, ξ được tạo ra từ hàm ngược $F^{-1}(R)$ của hàm phân bố xác suất F(x).

$\xi = F^{-1}(R)$ (2); Trong đó: R là số ngẫu nhiên có phân bố đều trong khoảng (0,1).

Xử lý thống kê các BNN trong các HTC (Bảng 1) sẽ có được luật phân bố xác suất và các đặc trưng thống kê của các biến này, sau đó kéo dài các số liệu quan sát về biến ngẫu nhiên đó. Nghiên cứu này chỉ đề cập đến việc kéo dài một số luật phân bố xác suất thường gặp ở các hệ thống thủy lợi như luật phân bố chuẩn, loga chuẩn, mũ, Rayleigh, Weibull và gamma.

Bảng 2. Thể hiện các BNN theo luật phân bố xác suất (PBXS) [3]

TT	Luật PBXS	Hàm mật độ phân bố	Thể hiện BNN theo luật PBXS	Ghi chú
1	Phân bố chuẩn	$f(x)=\frac{1}{\sigma_X.\sqrt{2\pi}}.e^{\frac{(x-\mu_X)^2}{2\sigma_X^2}}$	$\xi=\sigma_X.(R_1+R_2+...+R_{12}-6)+\mu_X$	Kỳ vọng và độ lệch chuẩn $\mu_X=\overline{X}=\frac{1}{n}.\sum_{i=1}^{n}X_i$; $\sigma_X=\sqrt{\frac{1}{n-1}.\sum_{i=1}^{n}(X_i-\overline{X})^2}$
2	Phân bố loga chuẩn	$f(x)=\frac{1}{x.\sigma_X.\sqrt{2\pi}}.e^{\frac{(\ln x-\mu_X)^2}{2.\sigma_X^2}}$ Chuyển đổi n quan sát về biến ngẫu nhiên X thành n quan sát của biến ngẫu nhiên Y: $LnX_i=Y_i$	$\xi=\sigma_Y.(R_1+R_2+...+R_{12}-6)+\mu_Y$ Tính giá trị thực của biến X để tìm chuỗi số kéo dài của X: $X_i=e^{Y_i}$	Kỳ vọng và độ lệch chuẩn $\mu_Y=\overline{Y}=\frac{1}{n}.\sum_{i=1}^{n}Y_i$; $\sigma_Y=\sqrt{\frac{1}{n-1}.\sum_{i=1}^{n}(Y_i-\overline{Y_i})^2}$
3	Phân bố mũ	$f(x)=\lambda.e^{-\lambda.x}\ (x>0,\lambda>0)$	$\xi=\frac{1}{\lambda}.\lvert\ln R\rvert=\overline{X}.\lvert\ln R\rvert$	Tham số của hàm: $\lambda=\frac{1}{\overline{X}}$ Kỳ vọng: $\overline{X}=\frac{1}{n}.\sum_{i=1}^{n}X_i$
4	Phân bố Rayleigh	$f(x)=\lambda.c.x^{c-1}.e^{-\lambda.x^c}\quad(\lambda,c,x>0)$	$\xi=(-\frac{1}{\lambda}.\ln R)^{\frac{1}{c}}=\left(-\left(\frac{\overline{X}}{0,88622}\right)^2.\ln R\right)^{\frac{1}{2}}$	
5	Phân bố Weibull	$f(x)=\frac{c}{b}.\left(\frac{x-a}{b}\right)^{c-1}.\exp\left[-\left(\frac{x-a}{b}\right)^c\right]$ với $a\le x\le\infty;b,c>0$	$\xi=a+\left(-b^c.\ln R\right)^{\frac{1}{c}}$	a: Thông số vị trí; b: Thông số tỷ lệ; c: Thông số hình dạng, xác định theo phương pháp hồi quy tuyến tính
6	Phân bố gamma	$f(x)=\frac{b^c}{\Gamma(c)}.(x-a)^{c-1}.\exp[-b.(x-a)]$ với $a\le x\le\infty;b,c>0$ Hàm gamma $\Gamma(c)=(c-1)!$	$\xi=a+\frac{1}{b}.\left(\rho-\sum_{i=1}^{[c]}\ln R\right)$	a, b, c được xác định theo phương pháp mô men. $[c]$ là phần nguyên của c; ρ : số ngẫu nhiên

2.3.2. Tính số lần mô phỏng hàm tin cậy

Sau mỗi lần mô phỏng BNN sẽ tính được 1 giá trị hàm tin cậy Z theo công thức (1), để kết quả tính độ tin cậy ổn định và hội tụ thì số lần mô phỏng (N) về hàm tin cậy tính theo (3):

$$N=\frac{1}{\alpha_\mu^2};\mathrm{N}=\frac{2+\alpha_{\sigma^2}^2}{\alpha_{\sigma^2}^2}\quad(3)$$

Trong đó: α_μ là sai số tương đối của kỳ vọng toán vào số lần thử nghiệm N; α_{σ^2} là sai số tương đối của phương sai vào số lần thử nghiệm N; các giá trị $\alpha_\mu,\alpha_{\sigma^2},N$ tham khảo theo tài liệu [3].

2.3.3. Độ tin cậy của các cơ chế sự cố

Khi không xét đến ảnh hưởng của hiệu ứng độ dài

Xác suất an toàn (độ tin cậy) $P_{at}^i=\frac{m}{N}$ (4); xác suất sự cố $P_{sc}^i=1-\frac{m}{N}$ (5);

Trong đó: m là số lần hàm Z>0; N là tổng số lần mô phỏng về hàm tin cậy Z.

Khi xét đến ảnh hưởng của hiệu ứng độ dài khi phân đoạn đê

Xác suất sự cố của cơ chế sự cố i: $P_{sc}^{iL} = P_{sc}^{i}.f_L^i$ (6); xác suất an toàn: $P_{at}^{i} = 1 - P_{sc}^{iL}$ (7)

Trong đó: f_L^i là hệ số ảnh hưởng của chiều dài

$$f_L^i = \left(1 + \frac{L}{li}\right) = 1 + \frac{\beta_i.L_i}{\sqrt{\pi}}.\sqrt{\left(\frac{\alpha_i}{d_i}\right)^2 + ... + \left(\frac{\alpha_n}{d_n}\right)^2} \quad (8)$$

L_i là chiều dài đoạn đê tính toán; α_i là hệ số ảnh hưởng; d_i là chiều dài tương quan [5], [6].

2.4. Độ tin cậy của tuyến đê

Độ tin cậy (ĐTC) của mỗi đoạn đê được xác định: P_{at}^{d}

Khi các sự cố liên kết với nhau theo cổng "hoặc" $P_{at}^{d} = 1 - \sum_{j=1}^{m}\left(1 - P_{ij}\right)$ (9)

Khi các sự cố liên kết với nhau theo cổng "và" $P_{at}^{d} = 1 - \prod_{j=1}^{m}\left(1 - P_{ij}\right)$ (10)

Trong đó: P_{ij} là xác suất an toàn của từng cơ chế sự cố được tính theo công thức (4) và (7) khi không kể và có kể đến hiệu ứng độ dài tuyến đê.

Độ tin cậy của tuyến đê làm việc theo sơ đồ ghép nối tiếp: $P_{at}^{HT} = \prod_{i=1}^{n} P_{at}^{i}$ (11); xác suất sự cố của hệ thống đê: $P_{f}^{HT} = \left(1 - P_{at}^{HT}\right)$ (12)

Hệ thống đê an toàn theo các tiêu chuẩn về độ tin cậy khi $P_{at}^{HT} \geq \left[P_{at}^{HT}\right]$.

Trong đó: $\left[P_{at}^{HT}\right]$ là độ tin cậy cho phép của tuyến đê.

3. PHÂN TÍCH ĐỘ TIN CẬY CỦA TUYẾN ĐÊ SÔNG LUỘC TỈNH HƯNG YÊN

3.1. Hiện trạng tuyến đê sông Luộc

Tuyến đê sông Luộc đoạn đi qua tỉnh Hưng Yên được xác định điểm đầu tuyến tại K117+900 (Dốc Suối), điểm cuối tuyến K127+000 (Phường Hồng Châu) và tuyến đê tính toán có chiều dài 9,1 km. Đê sông Luộc là công trình cấp 2 có nhiệm vụ bảo vệ tính mạng cũng như tài sản của hàng nghìn người dân thuộc tỉnh Hưng Yên, tăng cường khả năng chống lũ cho tuyến đê tả sông Hồng, tạo tuyến đường giao thông quan trọng chạy dọc theo hướng tả sông Hồng, hạ lưu sông Luộc, đáp ứng nhu cầu giao thông của nhân dân trong khu vực, góp phần thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh Hưng Yên. Đê sông Luộc có tần suất đảm bảo chống lũ là 0,33% với chu kỳ lặp lại 300 năm [7].



Hình 2. Sơ đồ tuyến đê sông Luộc (đoạn Km117+900 đến Km127)

- Cao độ đỉnh đê sông Luộc đã đạt mức gia tăng trung bình 1 m (mức quy định 0,6 m) ứng với mực nước thiết kế 13,1 m tại Hà Nội và 8,30 m tại Hưng Yên. Mặt đê trên toàn tuyến đã được cứng hóa bằng bê tông.

- Mặt cắt ngang đê rộng 5 m, được rải nhựa và bê tông; mái đê đảm bảo hệ số mái phía đồng m ≥ 3; phía sông m ≥ 2.

- Thân và nền đê đoạn từ K120+600 đến K127+000 có hiện tượng đùn sủi, 2 mạch nước

đục cách chân đê 5 m đã xử lý bằng giếng lọc ngược, tại vị trí này những năm tiếp theo vẫn còn xuất hiện nhưng mạch nước trong. Hiện tượng thẩm lậu cũng xuất hiện ở các vị trí xung yếu chân đê đoạn từ K120+400 đến K126+700 (Hồ Bán Nguyệt) và những vị trí này đã được khoan phụt vữa, tuy nhiên vẫn cần theo dõi trong các mùa mưa lũ tiếp theo [7].

- Bảo vệ mái đê phía sông: còn nhiều vị trí chưa có tre chắn sóng, trên đoạn tuyến phía sông không có kè bảo vệ mái.

- Đã xây dựng đường hành lang chân đê, một số đoạn chưa có.

- Trên tuyến có 8 điếm canh đê là nhà mái bằng, trong đó 6 điếm mới được đầu tư xây dựng, 2 điếm đã được xây dựng từ nhiều năm trước và đang xuống cấp.



Hình 3. Trồng tre chắn sóng ở chân đê sông Luộc



Hình 4. Mặt đê sông Luộc được rải nhựa và bê tông

3.2. Phân đoạn đê và các cơ chế sự cố của các đoạn đê

Căn cứ vào các điều kiện về địa hình, địa chất, các dạng mặt cắt điển hình của đê, các đánh giá hiện trạng trên cả tuyến đê, nghiên cứu này chia tuyến đê sông Luộc dài 9,1 km thành 5 đoạn để đánh giá an toàn và đánh giá độ tin cậy cho từng đoạn theo các cơ chế sự cố (Bảng 3).

Bảng 3: Phân đoạn đê và các cơ chế sự cố cho từng đoạn [7]

TT	Đoạn đê	Chiều dài các đoạn	Mặt cắt đại diện các đoạn đê	Các cơ chế sự cố của từng đoạn đê
1	Đoạn 1: Từ km 117 + 900 đến km 119 + 500	1.600 m	Km 117 + 900	Lũ tràn đỉnh đê Trượt mái đê phía đồng Xói ngầm và đẩy trồi nền đê
2	Đoạn 2: Từ km119 + 500 đến km121 + 400	1.900 m	Km 120 + 100	
3	Đoạn 3: km 12 + 400 đến km 122 + 900	1.500 m	Km 122 + 200	
4	Đoạn 4: Từ km 12 2+ 900 đến km 124 + 620	1.720 m	Km 123 + 500	
5	Đoạn 2: Từ km 124 + 620 đến km 127	2.380 m	Km 125 + 200	

3.3. Các số liệu tính độ tin cậy

Sử dụng phần mềm Besfit kiểm định luật phân bố xác suất và tính các đặc trưng thống kê các BNN trong các bảng số liệu (bảng 4, 5, 6), đa số các BNN trong các bảng này tuân theo luật phân bố chuẩn. Để mô phỏng phương pháp tính, nghiên cứu sẽ giả thiết tất cả các BNN trong các hàm tin cậy tuân theo luật phân bố chuẩn có kỳ vọng (μ) và độ lệch chuẩn (σ) được tính toán từ các hồ sơ thiết kế, thi công, hồ sơ đánh giá hiện trạng và hồ sơ sửa chữa nâng cấp tuyến đê trong các thời kỳ [7].

Bảng 4. Các BNN phân bố chuẩn khi tính ĐTC của sự cố lũ tràn đỉnh đê

Đoạn đê	$Z_{đđ}$(m)		Z_{MN}(m)		Δh(m)	
	μ	σ	μ	σ	μ	σ
Đoạn 1	9,5	0,2	8,82	0,2	0,03	0,003
Đoạn 2	9,4	0,2	8,72	0,2	0,03	0,003
Đoạn 3	9,2	0,15	8,55	0,15	0,03	0,003
Đoạn 4	9,1	0,15	8,45	0,15	0,03	0,003
Đoạn 5	8,9	0,12	8,16	0,12	0,03	0,003

Bảng 5. Các BNN phân bố chuẩn khi tính ĐTC trượt mái đê phía đồng

TT	Biến NN	Đoạn 1		Đoạn 2		Đoạn 3		Đoạn 4		Đoạn 5	
		μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
1	MNS (m)	8,82	0,2	8,72	0,2	8,55	0,15	8,45	0,15	8,16	0,12
2	MNĐ (m)	3,5	0,1	3,5	0,1	3,5	0,1	3,5	0,1	3,5	0,1
3	$Z_{đđ}$ (m)	9,5	0,2	9,4	0,2	9,2	0,15	9,1	0,15	8,9	0,12
4	$Z_{cđ}$ (m)	5,5	0,1	5,2	0,1	4,5	0,1	4,5	0,1	4	0,1
5	$T_{phủ}$ (m)	6,2	0,2	6,5	0,2	5,5	0,2	6,3	0,2	4,5	0,2
6	$T_{cát}$ (m)	4,5	0,1	4,7	0,1	5	0,1	5	0,1	3	0,1
7	φ^o (thân đê)	21	3	21	3	21	3	21	3	21	3
8	φ^o (tầng phủ)	14	3	17	3	14	3	14	3	17	3
9	φ^o (tầng cát)	25	3	27	3	25	3	25	3	27	3
10	C (thân đê) (KN/m^2)	2	0,2	2	0,2	2	0,2	2	0,2	2	0,2
11	C (tầng phủ) (KN/m^2)	1,8	0,2	1,9	0,2	1,9	0,2	1,9	0,2	1,9	0,2
12	γ_w (đê)	20	2	20	2	20	2	20	2	20	2
13	γ_{sat} (đê)	21	2	21	2	21	2	21	2	21	2
14	γ_{sat} (tầng phủ)	1,9	0,2	1,8	0,2	1,95	0,2	1,95	0,2	1,85	0,2
15	γ_{sat} (tầng cát)	1,7	0,1	1,7	0,1	1,7	0,1	1,7	0,1	1,7	0,1
16	m1	3,5	-	3,0	-	3,5	-	3,0	-	3,5	-
17	m2	2,5	-	2,0	-	2,5	-	2,5	-	2,5	-

Bảng 6. Các BNN phân bố chuẩn khi tính ĐTC xói ngầm, đẩy trồi

TT	Biến NN	Đoạn 1		Đoạn 2		Đoạn 3		Đoạn 4		Đoạn 5	
		μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
1	MNS (m)	8,82	0,2	8,72	0,2	8,55	0,15	8,45	0,15	8,16	0,12
2	MNĐ (m)	3,5	0,1	3,5	0,1	3,5	0,1	3,5	0,1	3,5	0,1
3	$\rho_c(kN/m^3)$	19	1,5	18,5	1,5	19,5	1,5	19,5	1,5	18,5	1,5
4	d (m)	6,2	0,5	6,5	0,5	5,5	0,5	6,3	0,5	4,5	0,5
5	L_t (m)	120	8	125	8	130	8	130	8	130	8
6	g (m/s^2)	9,81	-	9,81	-	9,81	-	9,81	-	9,81	-
7	$\rho_w(kN/m^3)$	10	-	10	-	10	-	10	-	10	-
8	m	1,67	0,33	1,67	0,33	1,67	0,33	1,67	0,33	1,67	0,33
9	c	15	-	15	-	15	-	15	-	15	-

3.4. Độ tin cậy của tuyến đê

Sử dụng phần mềm VAP để tính xác suất sự cố của các cơ chế sự cố với số lần mô phỏng BNN và hàm tin cậy theo phương pháp Monte Carlo là 10.000 lần; sử dụng Open FTA để tính độ tin cậy của từng đoạn đê và cả tuyến đê. Để mô phỏng cách tính như (Mục 3.3) và sự ảnh hưởng của chiều dài từng đoạn đê đến độ tin cậy của hệ thống đê, các hệ số ảnh hưởng độ dài tuyến đê f_L được lấy theo công trình tương tự [5 - 6].

Bảng 7. Độ tin cậy của tuyến đê khi chưa kể đến chiều dài đê

TT	P_{sc}^{1} Lũ tràn đỉnh	P_{sc}^{2}: Trượt mái đê phía đồng	P_{sc}^{3} Biến dạng thấm dưới nền đê		P_{sc}^{HT}	P_{at}^{HT}	β
			$P_{sc}^{3.1}$: Xói ngầm	$P_{sc}^{3.2}$: đẩy trồi			
Đoạn 1	0,00106	0,00299	0,05051	0,01240	0,00468	0,99532	2,60
Đoạn 2	0,00270	0,01166	0,08340	0,02230	0,01621	0,98379	2,14
Đoạn 3	0,00124	0,00139	0,06100	0,01120	0,00331	0,99669	2,72
Đoạn 4	0,00152	0,01192	0,05560	0,01180	0,01409	0,98591	2,19
Đoạn 5	0,00646	0,01180	0,02880	0,01790	0,01878	0,98122	2,08
Hệ thống đê					0,05588	0,94412	1,59

Bảng 8. Độ tin cậy của hệ thống đê khi xét đến độ dài các đoạn đê

TT	Chiều dài (m)	Lũ tràn đỉnh		Trượt mái đê phía đồng		Biến dạng thấm		P_{sc}^{HTL}	P_{at}^{HTL}	β	Mức ảnh hưởng của các đoạn đê (%)
		f_L^1	P_{sc}^{1L}	f_L^2	P_{sc}^{2L}	f_L^3	P_{sc}^{3L}				
Đoạn 1	1.600	1,18	0,00125	1,46	0,00437	1,2	0,00075	0,00637	0,993632	2,49	6,5
Đoạn 2	1.900	1,25	0,00337	1,95	0,02273	1,3	0,00242	0,02852	0,971481	1,90	28,5
Đoạn 3	1.500	1,13	0,00140	1,35	0,00187	1,14	0,00078	0,00405	0,995946	2,65	4,0
Đoạn 4	1.720	1,2	0,00182	1,54	0,01836	1,25	0,00082	0,02099	0,979006	2,03	21,0
Đoạn 5	2.380	1,3	0,00840	2,95	0,03481	1,35	0,00070	0,04391	0,95609	1,71	40,0
Hệ thống đê	9.100							0,10013	0,89987	1,28	100

Theo hiện trạng xây dựng tuyến đê sông Luộc, hệ thống có mức đảm bảo chống lũ là 0,33%, như vậy quy đổi về xác suất sự cố cho phép của tuyến đê là $\left[P_{sc}^{HT}\right]=0.0033$ và độ tin cậy của tuyến đê sông Luộc là $\left[P_{at}^{HT}\right]=0.9967$. Hiện tại, Việt Nam chưa có các quy định cụ thể về độ tin cậy cho phép cho từng loại công trình nên nghiên cứu sẽ sử dụng mức đảm bảo chống lũ làm độ tin cậy cho phép của tuyến đê $\left[P_{at}^{HT}\right]=0.9967$ và chỉ số tin cậy hệ thống [β] = 2,71;

Độ tin cậy cho phép của từng đoạn đê: Theo nguyên tắc độ tin cậy như nhau: $\left[P_{at}^{i}\right]=\sqrt[n]{\left[P_{at}^{HT}\right]}=0.9993$; trong đó: n là số đoạn đê làm việc theo hình thức ghép nối tiếp.

Tuyến đê sông đảm bảo độ tin cậy theo yêu cầu khi $P_{at}^{HT}\geq\left[P_{at}^{HT}\right]$.

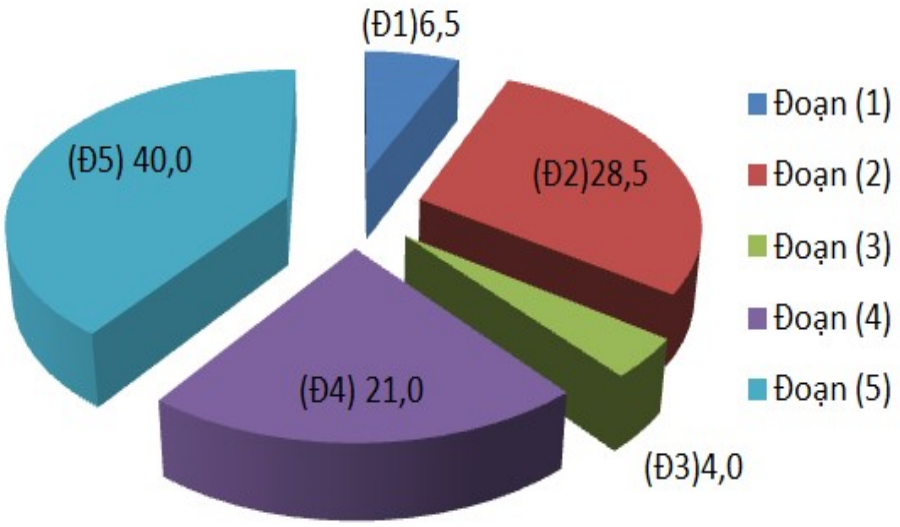
Với các số liệu thu thập được, nghiên cứu đã tính toán trong cả hai trường hợp không kể đến ảnh hưởng của chiều dài tuyến và có kể đến ảnh hưởng của chiều dài tuyến đê và cho các kết luận như sau:

- Độ tin cậy của 5 đoạn đê thay đổi từ 0,95609 đến 0,997669 và đều nhỏ hơn độ tin cậy cho phép của đoạn đê $\left[P_{at}^{i}\right]=0.9993$. Trường hợp có kể đến hiệu ứng độ dài, độ tin cậy của mỗi đoạn đê sẽ giảm đi, như vậy mỗi đoạn đê đều có khả năng xảy ra sự cố và nguyên nhân chính xảy ra sự cố là do trượt mái đê phía đồng vì đây là cơ chế có kết quả tính xác suất sự cố lớn nhất trong 2 bảng tính.

- Độ tin cậy của tuyến đê sông Luộc trong trường hợp không kể đến hiệu ứng độ dài và có kể hiệu ứng độ dài lần lượt là: $P_{at}^{HT} = 0,94412$ và $P_{at}^{HTL} = 0,89987$ đều nhỏ hơn độ tin cậy cho phép của hệ thống $\left[P_{at}^{HT}\right] = 0.9967$ và mức giảm độ tin cậy của tuyến đê hiện trạng so với mức đảm bảo yêu cầu là 41% và 53%. Hệ thống đê hiện trạng có độ tin cậy thấp hơn nhiều so với mức đảm bảo chống lũ, như vậy với các số liệu thu thập được và thông qua các tính toán theo lý thuyết độ tin cậy và phương pháp Monte Carlo thì hệ thống đê có khả năng bị sự cố.

Trên biểu đồ hình 5, đoạn số 5 có ảnh hưởng lớn nhất, 40% đến an toàn hệ thống đê; đoạn 2 và 4 có ảnh hưởng đáng kể đến sự cố tuyến đê lần lượt là 28,5% và 21%; theo nghiên cứu này đoạn số 3 có ảnh hưởng không đáng kể đến an toàn hệ thống. Trường hợp tuyến đê có khả năng bị sự cố thì cần quan tâm lớn nhất đến đoạn 5 vì đây là đoạn có độ tin cậy thấp nhất, đoạn 3 có độ tin cậy cao nhất.

Do đó, khi cần nâng cao độ tin cậy của hệ thống đê để đáp ứng các yêu cầu về chống lũ và theo tiêu chuẩn về độ tin cậy yêu cầu, cần chú trọng nâng cao độ tin cậy cho các phần tử yếu nhất trong hệ thống mà cụ thể là đoạn số 5.



Hình 5. Mức độ ảnh hưởng của các đoạn đê khi kể đến chiều dài tuyến đê

4. KẾT LUẬN

Thiết kế theo phương pháp lý thuyết độ tin cậy mang lại hiệu quả kinh tế cao hơn so với các phương pháp thiết kế tất định do phương pháp này có khả năng tối ưu kích thước và chi phí xây dựng trong khi vẫn đảm bảo độ an toàn của công trình trong mức độ cho phép. Trên cơ sở lý thuyết độ tin cậy, lý thuyết phân tích hệ thống và phương pháp Monte Carlo, đã xây dựng một quy trình phân tích độ tin cậy cho hệ thống đê bảo vệ bờ sông theo phương pháp Monte Carlo, đây cũng là phương pháp tính độ tin cậy công trình theo cấp độ 3. Ứng dụng bài toán đã xây dựng để đánh giá độ tin cậy cho tuyến đê sông Luộc dài 9,1 km khi có kể và không kể đến ảnh hưởng của chiều tuyến đê. Các nội dung của mô hình toán và các kết quả phân tích độ tin cậy theo cấp độ 3 cho hệ thống đê sông Luộc sẽ là tài liệu tham khảo cho công tác thiết kế, nâng cấp sửa chữa và quản lý vận hành an toàn các công trình thủy lợi ở Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Quang Cường (2022). Nghiên cứu và đề xuất các giải pháp, công nghệ xử lý, gia cố nền đất yếu công trình đê ở vùng cửa sông, ven biển khu vực Bắc bộ. Thuyết minh đề tài NCKH cấp Bộ.

2. Vũ Hoàng Hưng (2014). Hiện trạng an toàn toàn đê, đập ở Việt Nam. Hội Đập lớn và Phát triển Nguồn nước Việt Nam.

3. Nguyễn Quí Hỷ (2022). *Phương pháp mô phỏng số Monte Carlo*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội.

4. Pham Quang Tu (2014). Reliability analysis of the Red River Dike system in Vietnam, in Hydraulic Engineering. TU Delft: Delft pp.215.

5. Đặng Quốc Tuấn (2017). Nghiên cứu đánh giá an toàn đê hữu hồng đoạn qua Hà Nội trong điều kiện biến đổi khí hậu. Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, năm 2017.

6. Trần Quang Hoài (2018). Nghiên cứu phương pháp xác định chỉ số an toàn và độ tin cậy yêu cầu cho hệ thống đê vùng đồng bằng sông Hồng theo lý thuyết độ tin cậy và phân tích rủi ro. Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, năm 2018.

7. Công ty CPXD và tư vấn giao thông Quảng Ninh (2022). Báo cáo NCKT: Dự án cải tạo, nâng cấp đê tả sông Hồng, tỉnh Hưng Yên (đoạn từ km 117 + 900 đến km 127 + 000).

ANALYSIS THE RELIABILITY OF THE LUOC RIVER DIKE OF HUNG YEN PROVINCE BY THE MONTE CARLO METHOD

Nguyen Lan Huong[1], Le Xuan Kham[1], Bui Quang Cuong[1], Bui Ngoc Tuyen[2]

[1]Thuyloi University

[2]CH30C11 -Thuyloi University

Summary

Currently, Vietnam has about 10,600 km of river dikes, of which over 2,500 km of dikes are classified from level 2 to special level, the rest are dikes below level 2 and dikes that have not been classified. New designs and upgrades to flood defense systems in Vietnam are using deterministic design methods, while countries with many large irrigation systems in the world have developed stochastic design methods in level two, level three and Monte Carlo methods have developed and used reliability standards to evaluate the safety of flood protection systems for many years. The random design method according to levels (2 and 3) has the ability to optimize construction size and cost while still ensuring the safety of the project within the allowable level. Therefore, designing works according to the reliability theory method brings higher economic efficiency than traditional deterministic design methods. The article has developed a reliability analysis problem for a riverbank flood protection system using the Monte Carlo method and this is also called level 3 stochastic analysis. Applying the developed calculation process to analyze reliability using the Monte Carlo method for the 9.1 km long Luoc River dyke protecting Hung Yen province and drawing conclusions about the safety level of the dyke.

Keywords: *Monte Carlo method, problem probability, random variables, confidence function, Confidence, failure mechanisms.*

Người phản biện: PGS.TS. Phạm Hồng Cường
Ngày nhận bài: 21/7/2023
Ngày thông qua phản biện: 21/8/2023
Ngày duyệt đăng: 28/9/2023

XÂY DỰNG PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH ĐA TIÊU CHÍ ỨNG DỤNG TRONG LỰA CHỌN CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NỀN ĐẤT YẾU KHI XÂY DỰNG ĐÊ Ở VÙNG ĐỒNG BẰNG VEN BIỂN BẮC BỘ

Trương Hồng Sơn[1,*], Bùi Quang Cường[1], Khuất Duy Phước[1]

TÓM TẮT

Trong quá trình xây dựng và phát triển, Việt Nam đã xây dựng hàng chục nghìn km đê ở vùng cửa sông ven biển (CSVB). Qua thực tế xây dựng cho thấy, các tuyến đê xây dựng ở khu vực CSVB thường đi qua các vùng đất yếu và cần phải có biện pháp xử lý phù hợp để có thể xây dựng công trình. Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu về các biện pháp xử lý nền đất yếu. Tuy nhiên, các nghiên cứu này thường mang tính chất liệt kê, tập trung vào một số hướng giải pháp đơn lẻ, các giải pháp không được tổng hợp một cách đầy đủ. Hơn thế nữa, việc so sánh các giải pháp công nghệ xử lý nền đất yếu thường thiếu sự đồng nhất và tính định lượng cần thiết. Kết quả là các đơn vị quản lý gặp nhiều khó khăn trong việc kiểm soát, đánh giá và phê duyệt các biện pháp giải pháp xử lý nền phù hợp. Nghiên cứu này giới thiệu và trình bày sơ bộ một số kết quả liên quan đến việc xây dựng mô hình toán phân tích đa tiêu chí để đánh giá lựa chọn giải pháp xử lý nền đất yếu cho các dự án xây dựng đê ở vùng CSVB. Trên cơ sở nghiên cứu tổng hợp, đánh giá đặc điểm của các giải pháp xử lý nền đất yếu phổ biến ở trên thế giới và trong nước, mô hình đa tiêu chí bao gồm ma trận các tiêu chí đánh giá, ma trận trọng số tiêu chí đánh giá được thiết lập riêng cho các giải pháp xử lý nền đất yếu. Cuối cùng chỉ số hiệu quả của từng loại hình giải pháp được tính toán bằng các mô hình toán đa tiêu chí hiện đại và so sánh để chọn ra giải pháp tối ưu.

Từ khóa: *Nền đất yếu, đê, mô hình phân tích đa tiêu chí, công nghệ xử lý nền đất yếu.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các khu vực CSVB thường chịu ảnh hưởng của bão từ biển, hay lụt từ phía sông đổ về. Trung bình mỗi năm vùng ven biển Bắc bộ chịu ảnh hưởng của 3 - 5 cơn bão hoặc áp thấp nhiệt đới (ATNĐ) (bình quân cả nước từ 6 - 7 cơn bão/năm), trong đó có từ 1 - 2 cơn bão và ATNĐ đổ bộ trực tiếp gây thiệt hại về công trình đê điều và dân sinh. Bão và ATNĐ đổ bộ thường kèm theo mưa lớn và nước dâng gây ngập lụt vùng CSVB. Do đó, các công trình phòng chống thiên tai như các hệ thống đê bao, đê biển, đê sông là các công trình thiết yếu cần được xây dựng ở trong các khu vực này để đảm bảo an toàn cho người và tài sản, phát triển vùng bền vững. Đặc điểm chung của đất nền ở những khu vực này đó là tính chất cơ lý khá giống nhau và có chất lượng xây dựng kém, đất ngậm nước, bão hòa nước (tỉ trọng hạt G thường lớn hơn 0,8) khả năng chịu tải bé (khoảng 50 - 100 KN/m^2), sức kháng cắt không đáng kể, hệ số độ rỗng cao (hệ số rỗng > 1), khả năng nén và biến dạng lớn (mô đun đàn hồi E thường nhỏ hơn 5.000 KN/m^2), có tính lưu biến và thường biến dạng trong thời gian kéo dài. Phần đất bề mặt có hàm lượng hữu cơ cao, đất nền loại này thuộc loại đất nền yếu và thông thường không thể sử dụng trực tiếp để làm nền công trình.

Trên thế giới, đã có nhiều nghiên cứu được thực hiện về các giải pháp công nghệ xử lý nền đất yếu. Từ góc nhìn kỹ thuật, các biện pháp xử lý nền đất yếu có thể được phân nhóm theo công nghệ xử lý. Theo đó, các biện pháp xử lý nền được chia thành các nhóm A, B, C, D, E, F. A là nhóm các biện pháp xử lý nền bằng công nghệ đầm nén, tại chỗ với nền đất dính; B là nhóm các biện pháp xử lý nền bằng công nghệ gia tải trước; C là nhóm các biện pháp xử lý nền sử dụng công nghệ phun trộn phụ gia dạng vữa xi măng; D là nhóm các biện pháp xử lý nền sử dụng công nghệ phụ gia; E là nhóm các biện pháp xử lý nền sử dụng công nghệ

[1] Khoa Công trình, Trường Đại học Thủy lợi
[*] Email: truonghongson@tlu.edu.vn

nhiệt; F là nhóm các biện pháp xử lý nền bằng các công nghệ gia cố nền đất.

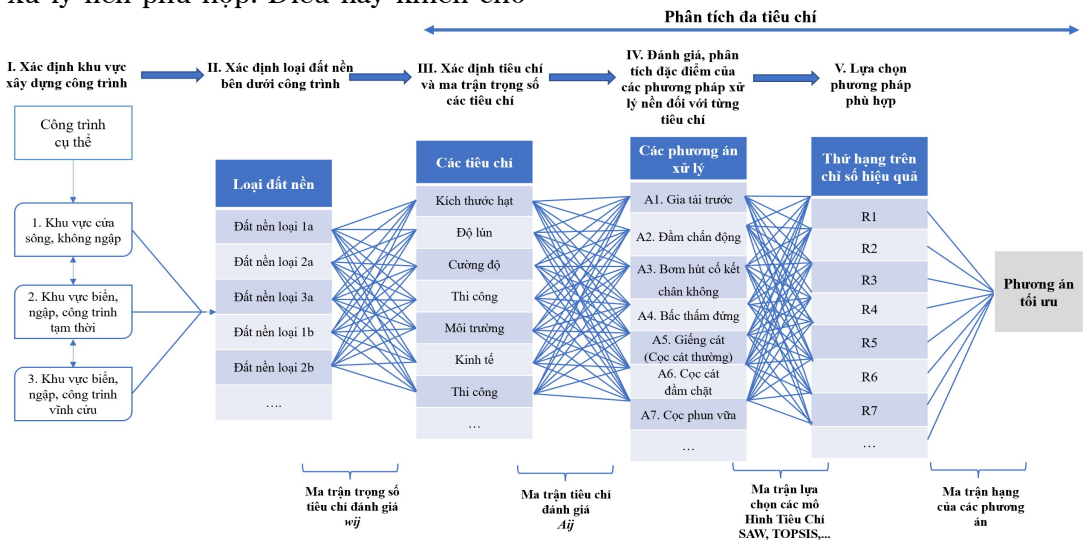
Ở Việt Nam cũng đã có nhiều nghiên cứu về các giải pháp công nghệ xử lý nền đất yếu [1 - 5], các nghiên cứu đã tổng hợp các giải pháp, công nghệ xử lý nền đất yếu và được áp dụng ở Việt Nam. Một số công nghệ đã được nghiên cứu ứng dụng thành công trong thực tiễn, như công nghệ Jet-grouting ở cống D10 (Hà Nam) và công Trại (Nghệ An), công nghệ cọc xi măng đất để xử lý nền đất yếu ở vùng đồng bằng sông Cửu Long, công nghệ xử lý nền đất yếu bằng cố kết hút chân không hay công nghệ cọc cát biển - xi măng cho vùng ven biển.

Có thể nói trong khi các nghiên cứu trên thế giới tập trung vào nghiên cứu phát triển, phân loại và cải tiến các giải pháp xử lý nền, thì ở Việt Nam các nghiên cứu trong lĩnh vực này chủ yếu có tính kế thừa, áp dụng mang tính chọn lọc và cải tiến, linh hoạt các giải pháp xử lý nền đất yếu được áp dụng trên thế giới vào bối cảnh thực tiễn trong nước. Do đó khi lựa chọn phương pháp xử lý nền đất yếu, các phương pháp xử lý được liệt kê so sánh thường không đầy đủ, nội dung so sánh đối với các loại hình giải pháp không có tính thống nhất và thường mang tính chất định tính. Có rất nhiều phương án công nghệ xử lý để lựa chọn nhưng thiếu công cụ đánh giá để tìm ra loại hình giải pháp xử lý nền phù hợp. Điều này khiến cho các đơn vị tư vấn, các cơ quan quản lý gặp khó khăn trong việc quyết định giải pháp kỹ thuật đối với các dự án xử lý nền đất yếu cho khu vực ven biển. Nghiên cứu này giới thiệu một số kết quả trong việc xây dựng và phát triển phương pháp mô hình toán phân tích đa tiêu chí để lựa chọn giải pháp xử lý nền đất yếu, sơ bộ áp dụng thử nghiệm cho một dự án cụ thể ở khu vực đồng bằng ven biển Bắc bộ.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Mô hình toán phân tích đa tiêu chí

Việc xây dựng mô hình toán phân tích đa tiêu chí phục vụ lựa chọn giải pháp xử lý nền đất yếu cho các dự án đê biển ở khu vực đồng bằng ven biển bắc bộ bao gồm 6 bước chính khác nhau như sau: (1) xác định vị trí khu vực dự án; (2) xác định loại đất nền yếu; (3) xác định các tiêu chí đánh giá và ma trận trọng số các tiêu chí đánh giá; (4) đối chiếu, phân tích và đánh giá từng phương án công nghệ với ma trận tiêu chí đã được thiết lập và sử dụng các hệ phương trình mô hình tiêu chí; (5) tính toán chỉ số hiệu quả của từng phương án, từ đó thiết lập ma trận hạng của các phương án; (6) trên cơ sở ma trận hạng của các phương án, lựa chọn được phương án có thứ hạng cao nhất. Sơ đồ kiến trúc của cách tiếp cận bằng phương pháp phân tích định lượng đa tiêu chí này được thể hiện trong hình 1.



Hình 1. Sơ đồ kiến trúc cách tiếp cận lựa chọn phương án xử lý nền đất yếu bằng phân tích đa tiêu chí

2.2. Thiết lập tiêu chí đánh giá

Trên cơ sở nghiên cứu: (1) tổng quan tìm hiểu về khái niệm nền đất yếu; (2) tổng quan về các công nghệ xử lý nền đất yếu; (3) phân tích lựa chọn qui trình xử lý nền đất yếu; (4) tổng hợp, liệt kê, mô tả nguyên lý, nêu đặc điểm ứng dụng và ưu

nhược điểm của các phương pháp xử lý nền; (5) phân tích đặc điểm của các dự án đê, phân tích mục đích xử lý nền áp dụng cho đặc điểm công trình đê đắp vùng cửa sông ven biển vùng đồng bằng Bắc bộ, ở vùng đồng bằng ven biển Bắc bộ; (6) xem xét, phân tích và đánh giá đảm bảo tính độc lập giữa các tiêu chí [6]. Các tiêu chí quan trọng cần cân nhắc khi xem xét lựa chọn giải pháp nền đất yếu ở các dự án đê ven biển được liệt kê gồm có: (a) nhóm tiêu chí về đất nền; (b) nhóm tiêu chí về khả năng cải thiện nền đất yếu, trong đó có tiêu chí về khả năng khống chế lún, tiêu chí về khả năng cải thiện cường độ nền, tiêu chí về khả năng khống chế biến dạng của đất nền; (c) tiêu chí về quy mô hiệu quả của công nghệ xử lý; (d) tiêu chí thi công; (e) tiêu chí môi trường; (f) tiêu chí về kinh tế [7].

Tiêu chí về loại đất nền là một trong những tiêu chí quan trọng nhất sẽ ảnh hưởng đến phương pháp xử lý nền được chọn. Tiêu chí này được xây dựng dựa trên sự khác nhau giữa các phương pháp xử lý, bởi vì các phương pháp sẽ chỉ áp dụng cho loại đất hoặc cỡ hạt phù hợp với chúng. Đối với mỗi kích thước hạt khác nhau thì khả năng áp dụng của mỗi phương pháp là khác nhau.

Nhóm tiêu chí về khả năng cải thiện nền đất yếu cần được phân tích đánh giá dựa trên đặc điểm và vấn đề hiện trạng của nền đất yếu; mức độ hiệu quả mong muốn đạt được sau khi sử dụng phương pháp xử lý nền. Mỗi loại công nghệ xử lý nền có khả năng cải thiện các đặc tính khác nhau của nền đất yếu, ở các mức độ khác nhau và hiệu quả phân bố không đều về mặt không gian cũng như thời gian đối với khu vực đất nền yếu được xử lý. Khả năng cải thiện nền đất yếu thường được đánh giá thông qua 5 điểm chính đó là: Khả năng khống chế lún, khả năng cải thiện cường độ, khả năng không chế biến dạng, khả năng chống hóa lỏng và khả năng giao thông đi lại của các phương tiện thi công. Đối với nền đất yếu ở khu vực CSVB vùng đồng bằng ven biển Bắc bộ, các hoạt động địa chấn ít khi xảy ra, do đó tiêu chí liên quan đến hóa lỏng chưa được ưu tiên xem xét khi lựa chọn giải pháp xử lý nền đất yếu.

Đối với loại hình công trình đê đắp đất, độ lún tổng cộng của đất nền cần phải được khống chế và xử lý triệt để nhất có thể đặc biệt trong thời gian thi công. Lún từ biến phát sinh trong quá trình hoạt động của công trình có thể làm ảnh hưởng đến chức năng phòng chống lũ của công trình đê. Để giảm nhỏ độ lún từ biến, cần đẩy nhanh hết mức quá trình cố kết của đê đắp trong thời gian thi công.

Các biện pháp nhằm đảm bảo độ ổn định của nền đất thường bao gồm một số nhóm giải pháp như: Đẩy nhanh quá trình cố kết để tăng cường độ của đất nền, sử dụng các biện pháp cải thiện nền đất yếu có khả năng cải thiện cường độ của nền, giảm các lực có xu hướng đẩy trượt lên nền đất như các phương pháp đắp chậm, phương pháp thoát nước đứng… Việc đẩy nhanh quá trình cố kết, thoát nước (đứng) trong nền đất yếu cũng đồng thời giúp tăng cường độ của đất nền yếu. Các biện pháp trong nhóm này tương tự với các biện pháp đẩy nhanh quá trình cố kết trong nền. Việc tăng cường độ của đất nền yếu có thể được thực hiện bằng cách thay thế lớp đất yếu bằng các lớp đất có cường độ cao hơn, sử dụng cọc đóng nén chặt đất, hay sử dụng vải địa kĩ thuật tổng hợp trải trên nền đất yếu, sử dụng bấc thấm, các khối phản áp như bộ phận của đê. Việc giảm các lực có xu hướng đẩy trồi, gây trượt trên mặt nền đất yếu có thể được thực hiện bằng việc sử dụng các loại vật liệu đắp đập đặc biệt, có khối lượng nhẹ hơn vật liệu thông thường. Cường độ đất được cải thiện có thể được xác định dựa vào chỉ số sức xuyên kháng N (N60) hoặc chỉ số độ chặt tương đối Dr của kết quả của thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn SPT. Cả 2 chỉ số này đều có thể quy đổi về trạng thái của đất.

Khi đắp đê (bằng đất) trên nền đất mềm yếu, các chuyển vị và biến dạng theo phương ngang do các lực cắt có thể xẩy ra trong nền, cùng với lún do quá trình cố kết. Các biện pháp để giảm biến dạng ngang của nền đất yếu, là các biện pháp nhằm tăng khả năng chống biến dạng do sức kháng cắt không đủ và biến dạng trong quá trình cố kết. Các biến dạng ngang của nền có thể gây mất ổn định cho các công trình xung quanh bao gồm: nhà cửa, kênh dẫn nước, các thiết bị ngầm và các công trình gần đê. Một số loại công nghệ giải pháp xử lý nền đất yếu mặc dù có hiệu quả cao, kỹ thuật phức tạp

nhưng diện tích hiệu quả lại không lớn, mang tính chất cục bộ. Bên cạnh đó, hiệu quả của việc xử lý nền lại khó kiểm soát, phân bố không đồng đều. Một số loại công nghệ xử lý nền đơn giản hơn, hiệu quả cải thiện nền kém hơn nhưng phạm vi cải thiện lại lớn hơn, khả năng kiểm soát và mức độ phân bố hiệu quả của phương pháp xử lý nền đồng đều hơn. Với các lớp đất yếu nằm trên mặt có chiều dày nhỏ từ 0 - 3 m thì các phương pháp xử lý nông như: Thay nền, trộn phụ gia, đầm nén chấn động… được ưu tiên đánh giá cao hơn, ngược lại với lớp đất yếu nằm dưới độ sâu > 5 m hoặc chiều dày lớn thì áp dụng các phương pháp xử lý như: trộn sâu, thoát nước bằng giếng cát, bấc thấm, cọc bê tông cốt thép sẽ có tác dụng hiệu quả hơn. Tiêu chí về quy mô, diện tích và mức độ hiệu quả của phương pháp sẽ được tham số hóa bằng chiều sâu hiệu quả tối đa của lớp đất nền yếu có thể xử lý được.

2.3. Thiết lập ma trận trọng số tiêu chí đánh giá

Các tiêu chí để so sánh, lựa chọn phương pháp xử lý nền đất yếu được lập thành ma trận trọng số, đây là cơ sở để đánh giá và lựa chọn phương án xử lý sẽ được đề xuất. Ma trận trọng số tiêu chí đánh giá là ma trận thể hiện mức độ vai trò của các tiêu chí. Tùy thuộc vào mục đích của dự án mà thứ tự của các tiêu chí này (vai trò) của chúng có thể thay đổi. Các dự án kinh phí hạn hẹp, tiêu chí về kinh tế đóng vai trò quyết định hơn so với tiêu chí về môi trường và ngược lại, trên cơ sở đánh giá về mức độ quan trọng từ đó xác định thứ tự ưu tiên của các tiêu chí, sau đó tiến hành lượng hóa và chuyển hóa về ma trận trọng số tiêu chí. Nguyên tắc này nên áp dụng cho tất cả các tiêu chí để đảm bảo tính khách quan của việc xây dựng mô hình. Kết quả thiết lập ma trận trọng số các tiêu chí đánh giá phương án xử lý nền đất yếu cho khu vực đê quai lấn biển được thiết lập ở bảng 1.

Bảng 1. Ma trận trọng số tiêu chí đánh giá

Tiêu chí		Đất nền	Lún	Cường độ	Biến dạng	Kinh tế	Thi công	Quy mô	Môi trường	Tổng	Điểm	Trọng số
		P	L	C	D	K	T	A	M			
Đất nền	P		1	1	1	1	1	1	1	7	7,5	0,23
Lún	L	0		1	1	1	1	1	1	6	6,5	0,2
Cường độ	C	0	0		1	1	1	1	1	5	5,5	0,17
Biến dạng	D	0	0	0		1	1	1	1	4	4,5	0,14
Kinh tế	K	0	0	0	0		1	1	1	3	3,5	0,11
Thi công	T	0	0	0	0	0		1	1	2	2,5	0,08
Quy mô	A	0	0	0	0	0	0		1	1	1,5	0,05
Môi trường	M	0	0	0	0	0	0	0		0	0,5	0,02
											32	1

2.4. Phương pháp phân tích đa tiêu chí (MCDM)

Mô hình phân tích đa tiêu chí, Multiple-Criteria Decision Making (MCDM) là một công cụ hiệu quả dùng để giải quyết các vấn đề lựa chọn phức tạp bao gồm nhiều tiêu chuẩn (định tính và định lượng) của nhiều phương án khác nhau [8]. Trong những trường hợp tồn tại nhiều hơn hai phương án khả thi, phải đưa ra quyết định và chọn phương án đáp ứng tốt nhất nhu cầu dựa trên một số các tiêu chí được xem xét. Mô hình MCDM có thể là một công cụ tốt để giúp đánh giá, lượng hóa các công nghệ xử lý nền và giúp nhà kỹ thuật, chủ đầu tư cũng như nhà quản lý có cơ sở khoa học để đưa ra những lựa chọn công nghệ xử lý nền phù hợp nhất. Một số phương pháp được sử dụng phổ biến hiện nay như: SAW, TOPSIS, VIKOR, COPRAS, AHP, ANP, DEA, PROMETHEE… Nghiên cứu này tập trung vào việc xác định ma trận tiêu chí đánh giá và giới thiệu hai mô hình

toán phân tích đa tiêu chí tiêu biểu là mô hình SAW và mô hình TOPSIS. Sử dụng hai mô hình này để tính toán chỉ số hiệu quả của từng phương án xử lý nền đất yếu, từ đó lựa chọn giải pháp tối ưu và áp dụng thử nghiệm công cụ này cho dự án đê biển Bình Minh.

2.4.1. Mô hình SAW (Simple Additive Weighting)

- Các biến phương án được đặt là A_1, A_2, … A_i, gọi chỉ số phương án, là j, j chạy từ 1 - n; cách viết này thể hiện các phương án dưới dạng các biến ngôn ngữ chưa được định dạng.
- Các biến tiêu chí đánh giá là C_1, C_2, C_3. …C_i, gọi chỉ số tiêu chí, là i, i chạy từ 1 - m. Tương tự biến phương án, các biến tiêu chí cũng là các biến ngôn ngữ chưa được định dạng.
- Chỉ số đánh giá theo các tiêu chí a_{ii} đây là các biến định lượng, được định tính theo dạng số, phần trăm… hoặc thậm chí có thể được sử dụng như biến mờ (fuzzy logic). Các biến đánh giá tiêu chí này được xác định căn cứ trên các dữ liệu thu thập thực tế, hoặc đánh giá dựa trên các thang đánh giá đã được lựa chọn.
- Với mỗi tiêu chí đánh giá a_{ii} cần xác định phương của tiêu chí đánh giá này, cụ thể tiêu chí đánh giá là theo hướng có lợi (+1) hay theo hướng bất lợi (-1): $sgj = \{\pm 1\}_1^n; j = 1, \dots, n;$ theo hướng có lợi tức là giá trị/trị số của tiêu chí càng lớn thì phương án càng tốt và ngược lại.
- Trên cơ sở này, ma trận tiêu chí đánh giá DM được thiết lập. DM = $[a_{ij}]_{mxn}$

Ma trận tiêu chí đánh giá cùng với kết quả từ bảng tổng hợp, hệ số trọng số của các tiêu chí *w* là đầu vào quan trọng cho việc tính toán so sánh lựa chọn phương án. Chỉ số biểu hiện của các phương án *Q(i)*, thứ hạng của các phương án *R(i)* và chỉ số cường độ biểu hiện của các phương án *iQ(i)* được tính căn cứ vào các thông số đầu vào này.

$$iQ_i = \frac{Q_i}{\sum_{j=1}^{n} Q_i} \quad (1)$$

Tính toán chỉ số biểu hiện của phương án thứ i, Qi theo mô hình SAW, là mô hình trọng số đơn giản, theo đó:

$$Q_i = \sum_{j=1}^{m} w_j \times x_{ij} \quad (2)$$

Trong đó: x_{ij} là thông số đánh giá tiêu chí j của phương án i được tiêu chuẩn hóa theo:

- Phương pháp bình quân tiêu chí tổng: $x_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}}$ (3)
- Phương pháp bình quân tiêu chí lớn nhất: $x_{ij} = \frac{a_{ij}}{a_j^{max}}$ (4)
- Phương pháp bình quân tiêu chí nhỏ nhất và lớn nhất: $x_{ij} = \frac{a_{ij} - a_j^{min}}{a_j^{max} - a_j^{min}}$ (5)
- Phương pháp bình quân độ lớn vector: $x_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}^2}}$ (6)
- Phương pháp bình quân độ lệch chuẩn: $x_{ij} = 1 - \frac{a_j^{max} - a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} (a_j^{max} - a_{ij})}}$ (7)

2.4.2. Mô hình TOPSIS - mô hình điểm lý tưởng (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution)

Chỉ số hiệu quả của các phương pháp cũng có thể được tính theo mô hình phức tạp hơn, ứng dụng kỹ thuật xác định thứ tự ưu tiên bằng sự tương đồng với giải pháp lý tưởng Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS). Trong phương pháp này cần định nghĩa thêm "đơn vị khoảng cách" để đo khoảng cách giữa hai đối tượng hay điểm dữ liệu, mà ở đây là hai tiêu chí trong không gian m chiều C và D.

$$L_p(C,D) = \left[\sum_{j=1}^{n} (c_i - d_i)^p\right]^{1/p}; \ 1 \le p \le \infty; \quad (8)$$

Nếu: p = 1; khoảng cách tuyến tính, $L_1(C,D) = \sum_{j=1}^{n} (c_i - d_i)$

Không gian một chiều: $L_1(C,D) = c_i - d_i$

Không gian hai chiều:

$L_1(C,D) = (c_1 - d_1) + (c_2 - d_2)$

Không gian m chiều:

$L_1(C,D) = (c_1 - d_1) + (c_2 - d_2) + \cdots (c_m - d_m)$

p = 2; khoảng cách euclid

$$L_2(C,D) = \left[\sum_{j=1}^{m} (c_i - d_i)^2\right]^{1/2} = \sqrt{\sum_{j=1}^{m} (c_i - d_i)^2}$$

Không gian một chiều: $L_2(C,D) = \sqrt{(c-d)^2}$

Không gian hai chiều:

$L_2(C,D) = \sqrt{(c_1 - d_1)^2 + (c_2 - d_2)^2}$

Không gian m chiều (m tiêu chí):

$L_2(C,D) = \sqrt{(c_1 - d_1)^2 + (c_2 - d_2)^2 + \cdots (c_m - d_m)^2}$

$p = \infty$; khoảng cách lớn nhất :

$L_\infty(C,D) = \max_i |c_i - d_i|$

Áp dụng khi so sánh từ bảng ma trận DM:

$Dmax = \max(D)$ và $Dmin = min(D)$

Ý tưởng chính của TOPSIS là đánh giá các lựa chọn bằng việc đo lường đồng thời khoảng cách từ các lựa chọn tới giải pháp tối ưu lý tưởng với từng thành phần tiêu chí PIS (positive ideal solution) và giải pháp tối ưu không lý tưởng NIS (negative ideal solution). Phương án được lựa chọn phải có khoảng cách ngắn nhất từ PIS và khoảng cách xa nhất từ NIS.

$PIS_{(j)}^{n} = \max(Dj)$ & $NIS_{(j)}^{n} = \min(Dj)$ nếu phương tiêu chí theo hướng có lợi và ngược lại $PIS_{(j)}^{n} = \min(Dj)$ & $NIS_{(j)}^{n} = \max(Dj)$ nếu phương tiêu chí là theo hướng bất lợi.

Xác định khoảng cách giữa từng tiêu chí trong ma trận đánh giá đa tiếu chí DM (m giải pháp x n tiêu chí) với thước đo là giá trị khoảng cách của tiêu chí (thứ i, chạy từ 1 - n) của phương pháp (thứ j, chạy từ 1 - m) tới giá trị của giải pháp lý tưởng S_i^+ và không lý tưởng S_i^- theo các phương pháp tính khoảng cách.

Nếu p = 2, ta có

$$S_i^+ = \left[\sum_{j=1}^{n}(x_{ij} - x_j^+)^2\right]^{0.5} \quad \text{và} \quad S_i^- = \left[\sum_{j=1}^{n}(x_{ij} - x_j^-)^2\right]^{0.5} \quad (9)$$

Trong đó

$$x_j^+ = \left\{\left(\max_i x_{ij} \middle| \text{nếu } j \in C_j(max)\right); \left(\min_i x_{ij} \middle| \text{nếu } j \in C_j(min)\right)\right\}$$

$$x_j^- = \left\{\left(\min_i x_{ij} \middle| \text{nếu } j \in C_j(max)\right); \left(\max_i x_{ij} \middle| \text{nếu } j \in C_j(min)\right)\right\}$$

Cuối cùng tính được chỉ số hiệu quả của từng phương pháp:

$$Q_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (10)$$

3. SỬ DỤNG MÔ HÌNH ĐA TIÊU CHÍ ĐỂ LỰA CHỌN GIẢI PHÁP XỬ LÝ NỀN ĐÊ BIỂN BÌNH MINH

3.1. Thiết lập ma trận lượng hóa tiêu chí đánh giá cho khu vực đê biển Bình Minh

Ma trận lượng hóa tiêu chí đánh giá phương án xử lý nền đất yếu cho cửa sông, được tham số hóa trên cơ sở phân tích so sánh đối chiếu đặc điểm của từng phương án xử lý nền được nghiên cứu với khu vực nền đất yếu cần xử lý được trình bày trong bảng 2 [9 - 11].

Bảng 2. Ma trận lượng hóa tiêu chí đánh giá phương án xử lý nền đất yếu cho cửa sông

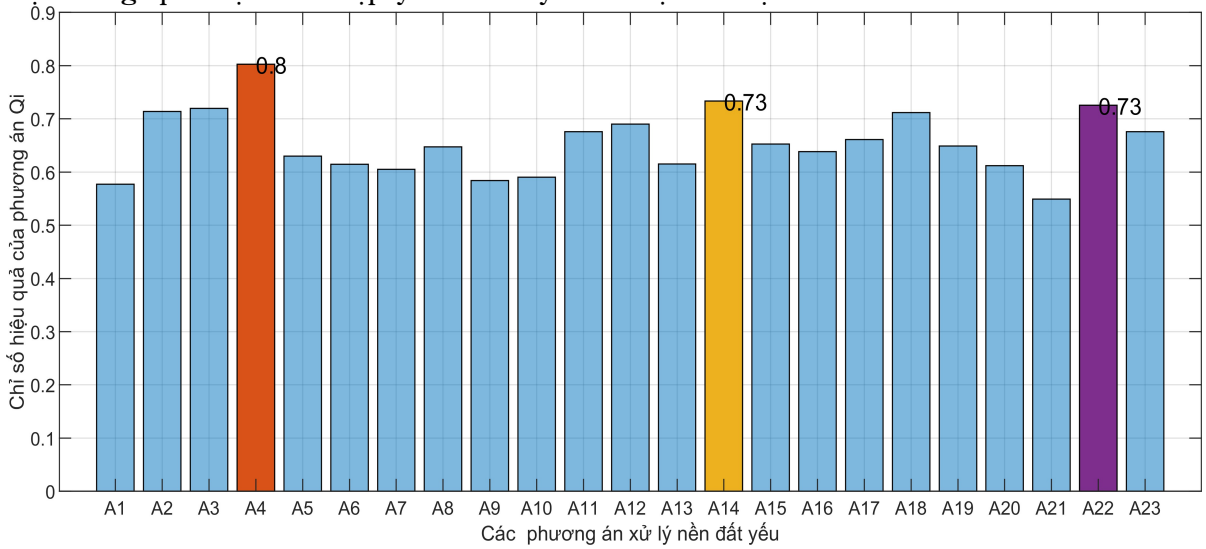
TT	Tên phương pháp	Ký hiệu	Đất nền	Lún	Cường độ	Biến dạng	Kinh tế	Thi công	Quy mô	Môi trường
A1	Gia tải trước	(SP)	3	3	1	50	150	100	10	10
A2	Đầm chấn động	(DC)	3,5	3	3	30	300	100	8	10
A3	Bơm cố kết hút chân không	(VCM+ PVD)	4	4	4	50	700	30	35	30
A4	Bấc thấm đứng	(PVD)	5	4	2	10	350	80	15	30
A5	Giếng cát (Cọc cát thường)	(SD)	4	2	1	10	500	80	20	30
A6	Cọc cát đầm chặt	(SCP)	2,5	3	3	30	900	60	30	30
A7	Cọc phun vữa	(JG)	5	1	4	50	1.400	30	50	70
A8	Cọc xi măng đất	(CDM)	5	1	4	50	1.200	60	50	50
A9	Vải địa kĩ thuật	(GMs)	3,5	1	1	10	300	100	3	10
A10	Đệm cát	(SBs)	3,5	1	1	10	200	100	3	10
A11	Đắp chậm	(SB)	4,5	2	2	30	100	80	10	10
A12	Gia tải trước + bấc thấm đứng	(SP + PVD)	4,5	4	2	50	500	80	15	30
A13	Gia tải trước + giếng cát	(SP + SD)	4	4	1	50	650	80	15	30
A14	Gia tải trước + bơm cố kết hút chân không	(SP + VCM)	4,5	5	4	70	850	30	35	30
A15	Gia tải trước + đệm cát + bấc thấm đứng	(SP + SBs +	3,5	5	2	50	700	60	15	40

TT	Tên phương pháp	Ký hiệu	Đất nền	Lún	Cường độ	Biến dạng	Kinh tế	Thi công	Quy mô	Môi trường
		PVD)								
A16	Gia tải trước + cọc cát đầm chặt	(SP + SCP)	3,5	4	3	50	1.050	60	20	40
A17	Đầm chấn động + bơm cố kết hút chân không	(DC + VCM)	3	5	4	60	1.000	20	35	50
A18	Cọc xi măng đất + bấc thấm đứng	(CDM+ PVD)	4,5	4	4	50	1.550	50	50	60
A19	Cọc phun vữa +bấc thấm đứng	(JG + PVD)	4	4	4	50	1.750	20	50	70
A20	Cọc xi măng đất + vải địa kĩ thuật	(CDM + GMs)	4	2	4	50	1.500	50	50	60
A21	Cọc xi măng đất + đệm cát	(CDM + SBs)	2,5	2	4	50	1.400	50	50	60
A22	Đắp chậm + bấc thấm đứng	(SB + PVD)	4,5	4	2	30	450	70	15	30
A23	Cọc cát đầm chặt + bấc thấm đứng	SCP + PVD	3,5	4	3	30	1.250	60	30	40

Chưa có nghiên cứu nào trước đây đưa ra đầy đủ các tiêu chí đánh giá trong bảng 2 và cho điểm các trị số của các tiêu chí trong bảng này. Trị số của các tiêu chí trong bảng 2 hiện đang được thiết lập sơ bộ trên cơ sở so sánh, phân tích từng phương án công nghệ xử lý nền đất yếu với từng tiêu chí đề ra. Các trị số này là bộ số liệu đầu vào để chạy chương trình mô hình đa tiêu chí. Chất lượng của bộ số liệu đầu vào này cần được tiếp tục cập nhật thông qua việc thu thập ý kiến chuyên gia, tính toán định lượng hiệu quả kỹ thuật của từng loại hình giải pháp.

3.2. Xây dựng chương trình chạy mô hình MCDM

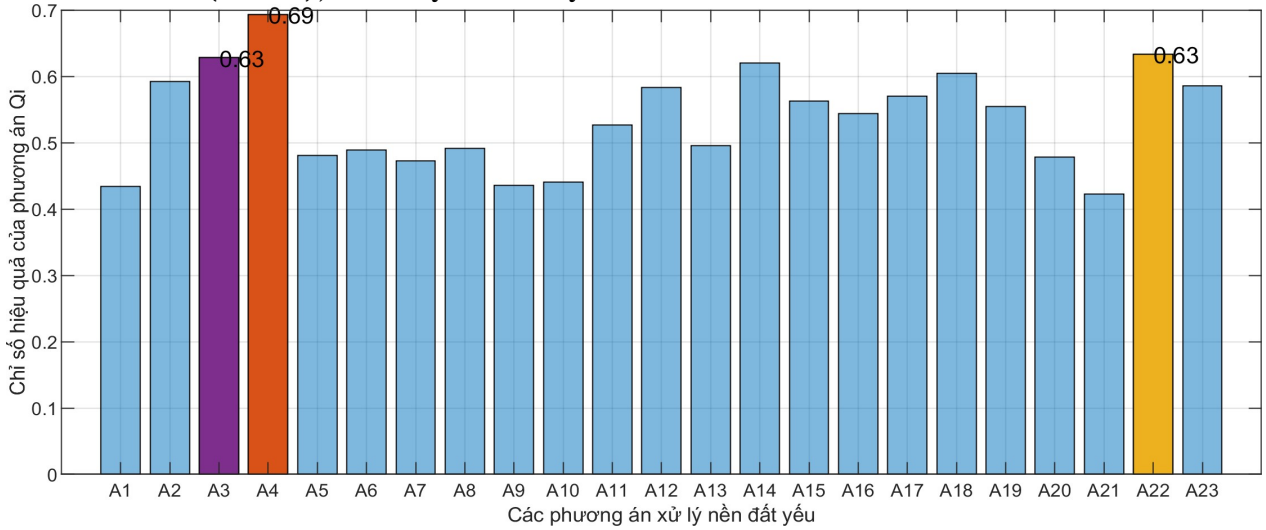
Dựa vào các công thức của mô hình SAW và TOPSIS và bộ cơ sở dữ liệu lớn (CSDLL) của mô hình bao gồm bảng ma trận trọng số tiêu chí đánh giá và ma trận điểm tiêu chí đánh giá, chỉ số biểu hiện của từng phương án đối với từng loại mô hình được xác định.



Hình 2. Kết quả phân tích lựa chọn phương án xử lý nền theo mô hình SAW

Quy trình tính toán vòng lặp được số hóa và tự động hóa bằng các đoạn chương trình được xây dựng và lập trình trong ngôn ngữ lập trình MATLAB.

Kết quả so sánh các phương án theo mô hình SAW (Hình 2), trong đó nổi bật là 3 phương án A4, A14 và A22 (tiêu chuẩn hóa theo nguyên lý bình quân tổng) và kết quả so sánh các phương án theo mô hình TOPSIS (Hình 3), để xử lý nền đất yếu trực diện biển, căn cứ vào chỉ số hiệu quả của các phương pháp. Trong đó, sử dụng mô hình nguyên lý bình quân tổng, 3 phương án tối ưu lần lượt là A4, A3 và A22.



Hình 3. Kết quả phân tích lựa chọn phương án xử lý nền theo mô hình TOPSIS

Khi sử dụng mô hình SAW, kết quả cho thấy, phương án A4 (bấc thấm đứng) là phương án lựa chọn phù hợp nhất với chỉ số biểu hiện chỉ số cường độ là lớn nhất khi các tiêu chí đánh giá được tiêu chuẩn hóa theo cả 5 phương pháp: Bình quân tổng, bình quân lớn nhất, bình quân nhỏ nhất - lớn nhất, bình quân độ lớn vector và bình quân độ lệch chuẩn. Tiếp theo, hạng 2 là phương án A14 (gia tải trước + bơm hút chân không) và hạng 3 là phương án A22 (đắp chậm + bấc thấm đứng). Bên cạnh đó khi sử dụng mô hình TOPSIS, kết quả cho thấy, khi các tiêu chí đánh giá được tiêu chuẩn hóa theo phương pháp bình quân tổng, bình quân lớn nhất, bình quân nhỏ nhất - lớn nhất thì phương án tối ưu là phương án phương án A4 (bấc thấm đứng) và phương án A22 (kết hợp đắp chậm + bấc thấm đứng) là phương án đứng thứ 2; khi các tiêu chí đánh giá được tiêu chuẩn hóa theo phương pháp bình quân độ lớn vector thì phương án tối ưu là phương án phương án A4 (bấc thấm đứng) và phương án A14 (gia tải trước + bơm cố kết hút chân không) là phương án đứng thứ 2; khi các tiêu chí đánh giá được tiêu chuẩn hóa theo phương pháp bình quân độ lệch chuẩn thì phương án tối ưu là phương án phương án A4 (bấc thấm đứng) và phương án A18 (cọc xi măng đất + bấc thấm đứng) là phương án đứng thứ 2; phương án A3 (bơm cố kết hút chân không) cũng là một phương án có thể xem xét. Các kết quả áp dụng của mô hình phân tích lựa chọn đa tiêu chí khi được áp dụng cho đê biển Bình Minh cho các mặt cắt khu vực cửa sông và khu vực trực diện biển đều cho kết quả tương đối rõ ràng, tự động, khách quan và tương đối hợp lý.

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, đã trình bày cấu trúc tiếp cận của việc thiết lập và sử dụng mô hình toán phân tích đa tiêu chí MCDM phục vụ việc đánh giá lựa chọn giải pháp xử lý nền một cách tự động, thực dụng và hiệu quả. Quy trình thiết lập và áp dụng mô hình MCDM để chọn lựa giải pháp xử lý nền đất yếu bao gồm: xác định các tiêu chí đánh giá, thiết lập ma trận trọng số tiêu chí đánh giá và lượng hóa ma trận điểm tiêu chí đánh giá. Việc thiết lập các ma trận này là quá trình xây dựng bộ cơ sở dữ liệu lõi cho mô hình phân tích đa tiêu chí giải pháp xử lý nền đất yếu MCDM. Ở các giai đoạn tiếp theo, các quá trình tính toán chi tiết kiểm tra căn cứ theo các quy định và tiêu chuẩn

thiết kế hiện hành cho từng loại hình giải pháp (tính toán lún, sức chịu tải, ổn định…), tính toán dự toán, cũng như điều tra phân tích tác động môi trường của từng loại hình công nghệ có thể được thực hiện đồng bộ hoặc từ từ để từng bước nâng cao độ chính xác và tin cậy của bộ cơ sở dữ liệu này. Hai mô hình phân tích tiêu chí bao gồm mô hình SAW và mô hình TOPSIS được sử dụng thí điểm để tính toán chỉ số hiệu quả của từng loại hình giải pháp xử lý nền. Quy trình số hóa và tự động tính toán được xây dựng và lập trình trong MATLAB. Quy trình tính toán và mô hình tính toán MCDM này được áp dụng sơ bộ thử nghiệm cho nền đất yếu khu vực trực diện biển của đê biển Bình Minh. Kết quả lựa chọn giải pháp của mô hình tương đối khả quan khi các phương pháp tối ưu được đề xuất một cách tự động và là các giải pháp thường được lựa chọn do mang tính phù hợp với thực tế xây dựng ở nước ta như là phương pháp bấc thấm đứng, phương pháp cọc xi măng đất kết hợp bấc thấm đứng hay phương pháp bơm cố kết hút chân không. Việc lựa chọn ra giải pháp cuối cùng có thể được thực hiện bằng công cụ mô hình MCDM thông qua việc cập nhật bộ thông số đầu vào của mô hình ở các giai đoạn thiết kế sau của dự án.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo này được thực hiện dựa trên kết quả của đề tài "Nghiên cứu và đề xuất các giải pháp, công nghệ xử lý, gia cố nền đất yếu công trình đê ở vùng cửa sông, ven biển khu vực Bắc bộ". Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Bộ Nông nghiệp và PTNT đã cấp kinh phí để thực hiện nghiên cứu này, xin cảm ơn các nhà khoa học đã tham gia thực hiện và góp ý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Quốc Dũng, Phùng Vĩnh An, VŨ Văn Thặng, Vũ Đình Hùng (2006). Nghiên cứu các giải pháp khoa học công nghệ để sửa chữa nâng cấp các cống dưới đê thuộc sông Hồng và sông Thái Bình - Hồ sơ các công trình thử nghiệm, Viện Khoa học Thuỷ lợi Việt Nam.

2. Nguyễn Quốc Dũng và Nguyễn Hồng Điệp (2009). Nghiên cứu giải pháp đắp đê bằng vật liệu địa phương và đắp trên nền đất yếu từ Quảng Ninh đến Quảng Nam, Viện Khoa học Thuỷ lợi Việt Nam.

3. Phùng Vĩnh An, Nguyễn Quốc Dũng, Nguyễn Đình Hải, Phan Trường Giang (2012). Nghiên cứu ứng dụng giải pháp xử lý nền móng công trình thuỷ lợi trên vùng đất yếu đồng bằng sông Cửu Long bằng cột đất - xi măng khoan trộn sâu, Viện Khoa học Thuỷ lợi Việt Nam.

4. Nguyễn Chiến, Nguyễn Cảnh Thái, Trịnh Minh Thụ, Nguyễn Quang Hùng (2012). Phương pháp cố kết hút chân không xử lý nền đất yếu phục vụ xây dựng công trình thủy lợi vùng ven biển, Trường Đại học Thuỷ lợi.

5. Nguyễn Thị Dịu (2021). Nghiên cứu đặc điểm cấu trúc nền đất yếu tuyến đường giao thông ven biển đoạn từ Hải Phòng đến Nam Định và đề xuất giải pháp xử lý nền bằng cọc cát biển - xi măng. Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Giao thông Vận tải.

6. Construction Processes, Jian Chu (2009). Proceedings of the 17th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering.

7. Farid Asadi, Abolfazl Eslami, Fatemeh Valikhah (2016). Ground improvement and foundation practice for Persian Gulf Bridge (causeway); Bandar Abbas Harbor - Qeshm Island, Marine Georesources and Geotechnology.

8. Irik Z.Mukhametzyanov (2018). Guide for Multi-Criteria Decision Making (MCDM).

9. J. M. Mitchell (1981). Session 12: Soil improvement - State of the Art report, International society for soil mechanics and geotechnical engineering.

10. Mengjiao Ding, Jianfeng Yao, Yijia Wang, Xueying Liu (2020). New method of soft soil foundation reinforcement and its application. Mengjiao Ding et at 2020 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 568 012030.

11. Peter G. Nicholson (2014). Soil improvement and ground modification methods.

MULTI-CRITERIA ANALYSIS FOR GROUND TREATMENT TECHNOLOGY SELECTION IN COASTAL DIKE CONSTRUCTION ON WEAK SOILS

Truong Hong Son[1], Bui Quang Cuong[1], Khuat Duy Phuoc[1]

[1]Faculty of Civil Engineering, Thuy loi University

Summary

During the process of construction and development, Vietnam has constructed thousands of kilometers of embankments in coastal areas. The construction process has revealed that these embankment routes often traverse areas with weak soil, necessitating appropriate treatment measures to facilitate the construction projects. Numerous studies have been conducted on measures to address weak soil conditions. However, there is currently no research on the selection of embankment soil treatment solutions for different types of soft ground based on their specific characteristics and soil treatment technologies. This paper presents and applies a multi-criteria analysis model to evaluate the selection of soft soil treatment solutions for embankment construction projects in coastal regions. Drawing on a comprehensive study and assessment of commonly used soil treatment solutions both domestically and internationally, the multi-criteria model includes an evaluation criteria matrix and a weighting matrix for the evaluation criteria. Finally, the effectiveness index of each solution type is determined using various multi-criteria mathematical models and compared to identify the optimal solution.

Keywords: *Soft soil foundation, dikes, multi-criteria analysis, ground treatment technology.*

Người phản biện: TS. Vũ Bá Thao
Ngày nhận bài: 12/7/2023
Ngày thông qua phản biện: 14/8/2023
Ngày duyệt đăng: 21/8/2023

CƠ SỞ KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN ĐỀ XUẤT KẾ HOẠCH ĐIỀU TIẾT NƯỚC CÁC HỒ THỦY ĐIỆN TRÊN LƯU VỰC SÔNG HỒNG TRONG MÙA CẠN ĐẢM BẢO TIẾT KIỆM, HIỆU QUẢ

Nguyễn Thị Bích Thủy[1,*], Bùi Hải Ninh[1], Nguyễn Xuân Phùng[1], Nguyễn Văn Đào[2]

TÓM TẮT

Chế độ thủy văn của hệ thống sông Hồng thay đổi theo hướng hạ thấp mực nước vào mùa kiệt, khiến cho nhiều công trình thủy lợi không thể vận hành. Từ vụ đông xuân năm 2005 – 2006, các hồ chứa thủy điện ở thượng du hệ thống sông Hồng bắt đầu thực hiện việc xả nước gia tăng để duy trì mực nước tối thiểu tại Trạm thủy văn Hà Nội. Mặc dù, giải pháp này đã nâng cao được mực nước trên các triền sông, phục vụ tốt việc gieo cấy, tuy nhiên lại làm thất thoát phần lớn lượng nước xả, ảnh hưởng đến hiệu quả sản xuất của các nhà máy thủy điện. Từ thực tiễn xây dựng kế hoạch và điều tiết nước các hồ chứa thủy điện trên hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình trong những năm gần đây, nghiên cứu này sẽ xác định cơ sở khoa học để phân tích, tính toán và đề xuất kế hoạch lấy nước phục vụ gieo cấy vụ đông xuân năm 2022 – 2023 vùng Trung du và đồng bằng Bắc bộ đảm bảo sử dụng nước tiết kiệm, hiệu quả, đồng thời đề xuất giải pháp chống hạn cho các khu vực khó khăn về nguồn nước.

Từ khóa: *Điều tiết nước, hồ chứa, mùa cạn, sông Hồng, thủy điện.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nguồn nước trên lưu vực sông Hồng, sông Thái Bình được sử dụng đa mục tiêu cho các ngành khác nhau, trong đó có nông nghiệp và thuỷ điện. Là khu vực sản xuất nông nghiệp lớn thứ hai cả nước, hệ thống thủy lợi khu vực đồng bằng sông Hồng có vai trò đặc biệt quan trọng. Tuy nhiên, dưới tác động của tự nhiên và các hoạt động kinh tế, trong khoảng 20 năm trở lại đây mực nước trên các triền sông liên tục duy trì ở mức thấp trong cả mùa kiệt, khiến cho khả năng lấy nước của nhiều công trình rất hạn chế. Trong khi đó, bên cạnh nhiệm vụ sản xuất điện năng, phục vụ phát triển kinh tế - xã hội và đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia, hệ thống các hồ chứa thủy điện hàng năm đều phải thực hiện xả gia tăng để phục vụ gieo cấy vụ đông xuân cho vùng Trung du và đồng bằng Bắc bộ. Lượng nước xả có xu hướng ngày càng tăng, từ khoảng 3 tỷ m^3 vào những năm trước 2010 lên xấp xỉ 6 tỷ m^3 hiện nay. Trước thực trạng trên, để hài hòa lợi ích của các ngành sử dụng nước, việc xây dựng kế hoạch điều tiết nước các hồ chứa thủy điện trong mùa cạn đảm bảo tiết kiệm, hiệu quả là hết sức cần thiết.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp kế thừa

Kế thừa và áp dụng có chọn lọc các công trình nghiên cứu, các dự án liên quan đến công tác lấy nước của các hệ thống thủy lợi thuộc lưu vực sông Hồng, sông Thái Bình trong mùa cạn.

2.2. Phương pháp thống kê

Tổng hợp số liệu về tình hình xả gia tăng, thông số vận hành của hệ thống các hồ chứa, hệ thống công trình lấy nước…

2.3. Phương pháp mô hình toán

Sử dụng mô hình thủy lực MIKE 11 để mô phỏng chế độ thủy lực trong mùa cạn của hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình nhằm xác định khả năng lấy nước của các hệ thống công trình thủy lợi trong các điều kiện khác nhau.

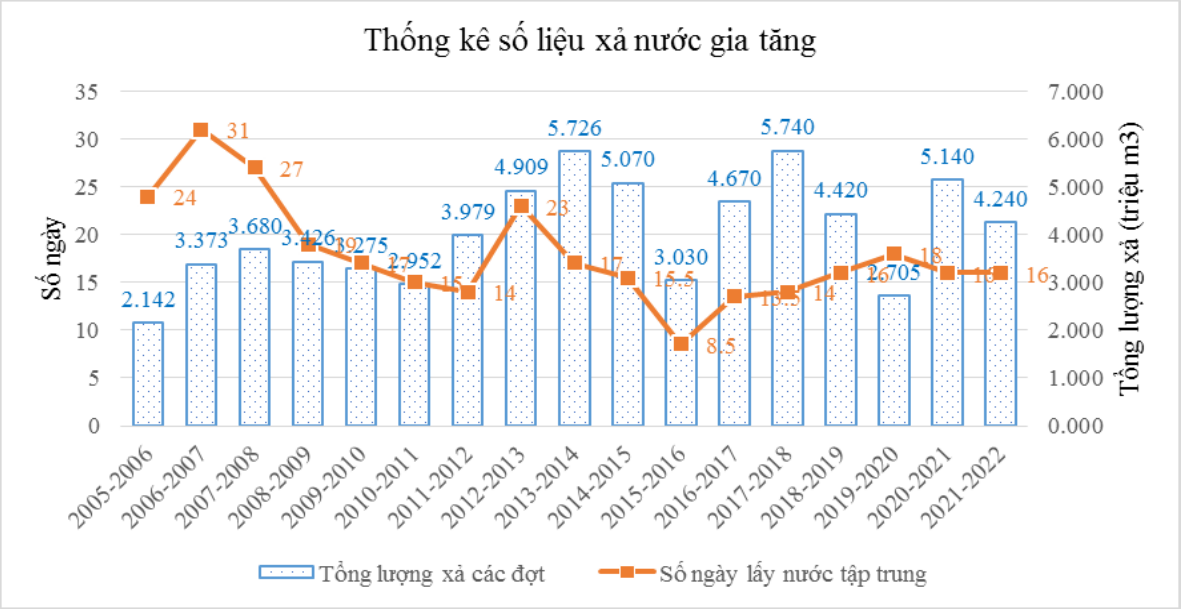
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Tình hình điều tiết nước các hồ chứa hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình trong vụ đông xuân

Đồng bằng sông Hồng hiện có diện tích gieo cấy vụ đông xuân khoảng 510.000 ha. Hàng năm, Tổng cục Thủy lợi (Bộ Nông nghiệp và Phát triển

[1] Viện Quy hoạch Thủy lợi
[2] Liên đoàn Khảo sát Khí tượng thủy văn
[*] Email: bichthuyvqhtl@gmail.com

nông thôn) phối hợp với Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN) để vận hành, điều tiết hệ thống hồ chứa trên lưu vực sông Hồng, sông Thái Bình nhằm phục vụ sản xuất. Hình 1 có thể thấy, từ năm 2009 - 2012 tổng lượng xả gia tăng vào khoảng 3,0 tỷ m^3. Tuy nhiên, từ năm 2013 đến nay, tổng lượng xả đã tăng lên ở mức bình quân khoảng 5,0 tỷ m^3. Cá biệt một số năm có mưa lớn trên diện rộng nên lượng xả thấp như các năm 2016, 2020. Tổng số ngày lấy nước tập trung bình quân khoảng 15 - 16 ngày [1].



Hình 1. Thống kê các đợt xả gia tăng từ 2005 - 2021

Mặc dù tổng lượng xả những năm gần đây tăng lên nhưng mực nước tại Hà Nội ngày càng giảm và chưa có dấu hiệu dừng lại, ngoài ra mực nước tại Sơn Tây và Việt Trì cũng có xu hướng giảm. Thời gian duy trì mực nước 2,2 m tại Hà Nội theo đúng quy trình trong các đợt xả hầu như không đạt được và ngày càng giảm, thậm chí là bằng không trong các năm 2020, 2021.

3.2. Cơ sở khoa học và thực tiễn để đề xuất kế hoạch lấy nước vụ đông xuân 2022 - 2023 vùng đồng bằng sông Hồng

3.2.1. Đặc điểm thủy triều

Thời kỳ tháng 1 – 2/2023 có 4 con triều, trong đó con triều cao nhất trùng với dịp Tết Âm lịch nên không bố trí xả nước. Do vậy, có thể nghiên cứu bố trí 3 đợt xả:

- Đợt 1 vào con triều ngày 8/1/2023;
- Đợt 2 vào con triều ngày 4/2/2023;
- Đợt 3 vào con triều ngày 19/2/2023.

3.2.2. Tập quán canh tác và thời vụ gieo cấy theo từng đợt lấy nước

- Đợt 1: Chủ yếu để phục vụ việc thau rửa đồng ruộng và lấy nước cho các địa phương hạ du và ven biển như: Ninh Bình, Nam Định, Thái Bình, Hải Phòng, Hải Dương. Các tỉnh khác hầu như chưa lấy nước hoặc lấy nước rất hạn chế. Trong đợt này chỉ cần xả lượng nước vừa đủ để đảm bảo đẩy mặn và phục vụ các tỉnh ở khu vực ven biển lấy nước.

- Đợt 2: Thông thường là đợt lấy gần với thời kỳ lập xuân, phù hợp cho việc gieo cấy nên tất cả các địa phương sẽ lấy nước đồng loạt. Vì vậy, đây là đợt lấy nước chủ lực, duy trì lượng xả tối đa từ các hồ chứa để đảm bảo đủ nước cho các cống, trạm bơm hoạt động. Đợt lấy nước này nên duy trì thời gian lấy nước đủ dài từ 6 - 8 ngày.

- Đợt 3: Các tỉnh ven biển trong giai đoạn này đã gần như hoàn thành việc lấy nước. Diện tích chưa lấy được nước chủ yếu tập trung ở khu vực Hà Nội, Vĩnh Phúc, Bắc Ninh. Đây là khu vực chịu ảnh hưởng lớn nhất của việc hạ thấp mực nước (diện tích 5.000 – 7.000 ha thuộc phạm vi phụ trách của hệ thống các công trình: Trung Hà, Thanh Điềm, Phù Sa, Ấp Bắc). Các khu vực này thường phải vận hành trạm bơm dã chiến, trạm bơm chìm. Do năng lực lấy nước của các trạm bơm dã chiến thấp nên thời gian lấy nước của đợt này cần được duy trì dài.

Kết quả thực hiện xả nước phục vụ giao cấy lúa vụ đông xuân năm 2021-2022 tại khu vực Trung du và đồng bằng Bắc bộ được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Tổng hợp diện tích có nước phục vụ gieo cấy lúa vụ đông xuân 2021 - 2022 tại khu vực Trung du và đồng bằng Bắc bộ [2]

TT	Tỉnh, thành phố	Diện tích gieo cấy theo kế hoạch (ha)	Đợt 1 (4-6/1/2022)		Đợt 2 (15-22/1/2022)		Đợt 3 (13-17/2/2022)	
			Tổng (ha)	% so với kế hoạch	Tổng (ha)	% so với kế hoạch	Tổng (ha)	% so với kế hoạch
1	Phú Thọ	35.670	18.893	52,97	29.170	81,78	35.670	100,00
2	Vĩnh Phúc	29.000	12.638	43,58	25.810	89,00	29.000	100,00
3	Bắc Ninh	30.800	438	1,42	20.493	66,54	30.800	100,00
4	Hà Nội	81.441	1.349	1,66	43.415	53,31	80.898	99,33
5	Hà Nam	29.045	2.064	7,11	25.699	88,48	29.045	100,00
6	Hưng Yên	26.880	20	0,07	20.361	75,75	26.880	100,00
7	Hải Dương	55.000	1.757	3,19	43.489	79,07	52.220	94,95
8	Hải Phòng	28.250	4.468	15,82	21.122	74,77	28.250	100,00
9	Thái Bình	75.420	5.500	7,29	72.538	96,18	75.420	100,00
10	Nam Định	75.052	26.233	34,95	69.436	92,52	75.052	100,00
11	Ninh Bình	40.000	9.570	23,93	36.249	90,62	40.000	100,00
	Tổng cộng	506.558	82.930	16,37	407.782	80,50	503.235	99,34

3.2.3. Mực nước hồ đầu mùa kiệt

Tại thời điểm cuối tháng 10/2022, mực nước tại các hồ chứa thượng lưu đã đạt xấp xỉ mực nước dâng bình thường, trong đó hồ Thác Bà đầy, hồ Hòa Bình thiếu 1,5 m và hồ Sơn La thiếu 1,4 m, hồ Tuyên Quang thiếu 6,0 m (Bảng 2).

Bảng 2. Dung tích các hồ chứa tại thời điểm 22/10/2022

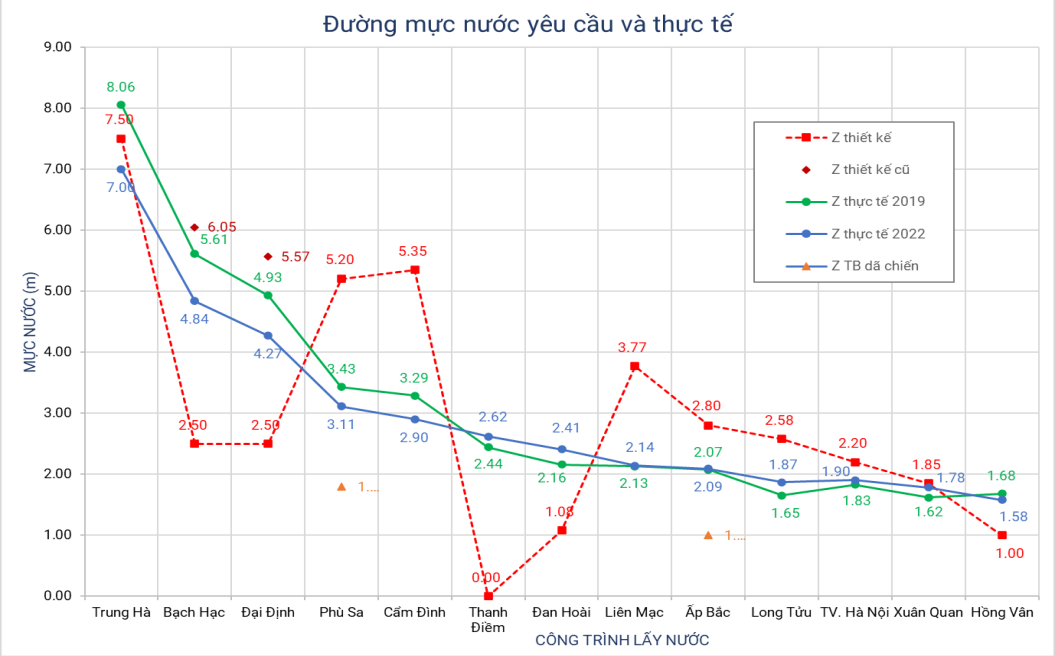
TT	Tên hồ	Mực nước dâng bình thường (m)	Mực nước hồ (m)	Dung tích toàn bộ ($10^6 m^3$)	Dung tích hiện tại ($10^6 m^3$)	Tỷ lệ dung tích (%)
1	Tuyên Quang	120	114,4	2.260	1.832	81,06
2	Sơn La	215	213,6	9.260	8.946	96,61
3	Hòa Bình	117	115,5	9.450	9.251	97,89
4	Thác Bà	58	58,0	2.940	2.940	100,00

3.2.4. Kế hoạch xả nước gia tăng các năm trước

Theo kế hoạch xả nước các năm trước, thường có 3 đợt xả với tổng số 16 ngày. Ngoài ra, các hồ chứa sẽ phải xả trước ngày lấy nước tập trung từ 2 - 3 ngày và kết thúc xả trước 0,5 ngày. Lưu lượng xả tối đa theo quy trình của các hồ là: hồ Thác Bà xả 280 m^3/s; hồ Tuyên Quang xả 500 m^3/s, hồ Hòa Bình phải xả tối đa qua 7 tổ máy x 300 m^3/s= 2.100 m^3/s (do 1 máy cần bảo dưỡng). Dự kiến lưu lượng xả qua 3 hồ tối đa là 2.880 m^3/s và tổng lượng xả là khoảng 4,87 tỷ m^3.

3.2.5. Khả năng lấy nước của các công trình trong năm trước

Từ năm 2004 đến nay, mực nước trên các triền sông hạ du bắt đầu giảm mạnh do đó các công trình lấy nước dọc sông bị ảnh hưởng (Hình 2) [3].



Hình 2. Diễn biến mực nước tại một số công trình lấy nước chính

3.2.6. Khả năng đẩy mặn của hệ thống

Kết quả tính toán đẩy mặn đối với các cửa sông (Bảng 3) cho thấy, với mực nước tại Hà Nội khoảng 1,8 m thì các công trình lấy nước chính ở các cửa sông có thể đảm bảo độ mặn dưới 1‰. Lưu lượng đẩy mặn tại Sơn Tây là 2.500 m^3/s [4].

Bảng 3. Độ mặn tại các cống lấy nước ở hạ du ứng với kịch bản mực nước 1,8 m tại Hà Nội (Đơn vị: ‰)

TT	Đợt lấy nước	Ngày, tháng, năm	Lưu lượng tại Sơn Tây (m^3/s)	Ngô Đồng (sông Hồng)	Quỹ Nhất (sông Đáy)	Dục Dương (sông Trà Lý)	Cống Hệ (sông Hoá)	Sông Mới (sông Mới)
1	Đợt 1	21/01	2.518	1,06	0,57	0,02	0,03	1,11
2		22/01	2.519	1,02	0,52	0,02	0,03	1,16
3		23/01	2.521	0,77	0,20	0,01	0,01	0,99
4		24/01	2.325	0,50	0,02	0,00	0,00	0,75
5	Đợt 2	31/01	3.879	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14
6		01/02	3.883	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12
7		02/02	3.863	0,01	0,00	0,00	0,00	0,11
8		03/02	3.303	0,04	0,00	0,00	0,00	0,10
9	Đợt 3	15/02	2.899	0,85	0,01	0,00	0,05	0,51
10		16/02	2.911	0,25	0,09	0,00	0,03	0,51
11		17/02	2.904	0,68	0,25	0,00	0,03	0,55
12		18/02	2.890	0,44	0,25	0,00	0,02	0,51
13		19/02	2.875	0,56	0,06	0,00	0,01	0,41
14		20/02	2.861	0,05	0,00	0,00	0,00	0,28
15		21/02	2.849	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
16		22/02	2.561	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05

3.2.7. Kế hoạch xả nước gia tăng của nhiệm vụ thường xuyên [5]

Thực hiện nhiệm vụ xây dựng phương án điều tiết nước phục vụ gieo cấy vụ đông xuân năm 2022 - 2023 được Tổng cục Thủy lợi giao hàng năm, Viện Quy hoạch Thủy lợi đã căn cứ vào 4 kỳ triều cường, tính toán các phương án xả như bảng 4.

Bảng 4. Phương án xả đề xuất vụ đông xuân 2022 - 2023

Phương án	Tổng lượng nước xả (triệu m^3)	Tổng lượng xả từng đợt (triệu m^3)		
		Đợt 1	Đợt 2 (xả tối đa công suất nhà máy thủy điện) 8 ngày (2 - 9/2/2023)	Đợt 3 (duy trì Sơn Tây ≥1,8 m) 5 ngày (17 - 21/2/2023)
PA1	5.138	1.020 (3 ngày HN 1,7 m)	3.133 (8 tổ máy HB)	984
PA2	4.923	805 (3 ngày HN 1,5 m)	3.133 (8 tổ máy HB)	984
PA3	5.349	1.232 (4 ngày HN 1,7 m)	3.133 (8 tổ máy HB)	984
PA4	5.092	975 (4 ngày HN 1,5 m)	3.133 (8 tổ máy HB)	984
PA5	3.882	1.020 (3 ngày HN 1,7 m)	2.816 (7 tổ máy HB)	456
PA6	4.093	1.232 (4 ngày HN 1,7 m)	2.861 (7 tổ máy HB)	456

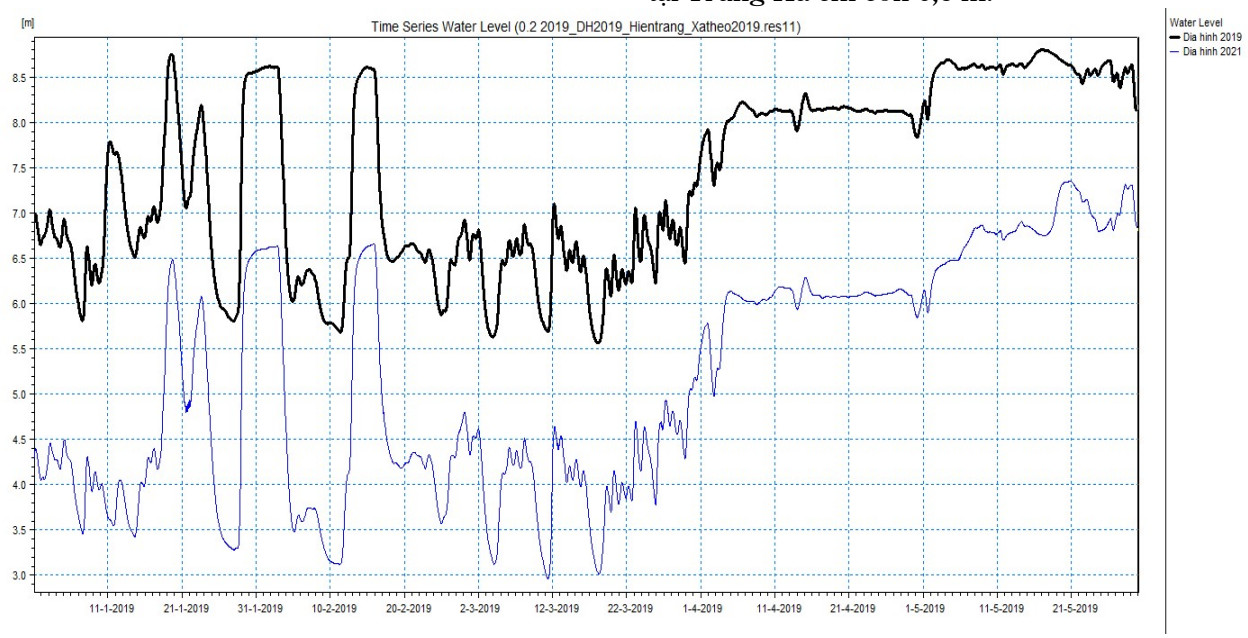
3.3. Tính toán phân tích cơ sở khoa học để đề xuất có hay không thực hiện xả đợt 3

Việc không xả nước đợt 3 chắc chắn sẽ khiến cho các hệ thống thủy lợi gặp khó khăn trong việc lấy nước. Tuy nhiên mức độ khó khăn đến đâu và có hiệu quả khi xả thêm đợt 3 hay không, vấn đề này cần được phân tích.

Sử dụng mô hình thủy lực 1 chiều MIKE 11 mô phỏng chế độ thủy lực mùa kiệt của hệ thống công trình lấy nước vùng đồng bằng sông Hồng, từ đó phân tích khả năng lấy nước của hệ thống trong trường hợp có xả và không xả đợt 3.

- Tác động của việc hạ thấp lòng dẫn đối với khả năng lấy nước của các công trình:

Kết quả tính toán mô hình thủy lực xác định được lượng nước lấy vào các công trình cho thấy: với địa hình năm 2019 trạm bơm Trung Hà 2 không bị thiếu nước nhưng năm 2021 thì mức thiếu đã tăng lên đến 63%. Mực nước lớn nhất tính toán khi xả gia tăng năm 2019 là 8,5 m tại Trung Hà nhưng với địa hình 2021 thì mực nước lớn nhất tại Trung Hà chỉ còn 6,5 m.



Hình 3. Mực nước tính toán tại trạm bơm Trung Hà với địa hình lòng dẫn các năm 2019 và 2021

Tổng lượng nước thiếu ở một số công trình chính tăng từ 327 triệu m^3 lên 521 triệu m^3 trong cùng một điều kiện nguồn nước nhưng địa hình lòng sông khác nhau (Bảng 5).

Bảng 5. Kết quả tính toán lượng nước thiếu tại một số công trình lấy nước chính với lượng xả và thủy triều năm 2019 tương ứng địa hình lòng dẫn năm 2019 và năm 2021

TT	Công trình thủy lợi	Địa hình 2019		Địa hình 2021	
		Lượng nước thiếu (10^6m^3)	Tỷ lệ thiếu nước (%)	Lượng nước thiếu (10^6m^3)	Tỷ lệ thiếu nước (%)
	Sông Đà				
	Trung Hà 2	0,00	0,00	20,09	63,60
	Sông Hồng				
1	Bạch Hạc	3,52	3,46	26,84	26,39
2	Bạch Hạc 2	0,00	0,00	16,05	15,78
3	Đại Định	0,00	0,00	20,61	24,77
4	Phù Sa	20,57	51,99	33,52	84,74
5	Thanh Điềm	0,00	0,00	2,89	14,61
6	Cẩm Đình				
7	Ấp Bắc	18,56	40,27	22,99	49,91
8	Liên Mạc	185,48	74,02	236,12	94,24
9	Xuân Quan	99,20	13,51	109,65	14,94
	Sông Đuống				
	Long Tửu	0,00	0,00	32,12	51,11
	Tổng	327,33	19,82	520,89	31,55

Để phân tích các tác động của việc xả nước đối với khả năng lấy nước của hạ du trong đợt xả thứ 3, mô hình thủy lực tính toán với 2 phương án: Có và không có đợt xả thứ 3. Kết quả cho thấy, nếu xả thêm 5 ngày (984 triệu m^3) thì lượng nước thiếu sẽ giảm đi 16 triệu m^3, từ 364 triệu m^3 xuống còn 347 triệu m^3 (Bảng 6).

Lượng nước thiếu giảm đi không đáng kể, so với lượng nước xả chỉ chiếm 3%. Ngoài ra, đối với khu vực hiện tại đang có vấn đề khó khăn nhất là trạm bơm Trung Hà thì tình trạng thiếu nước vẫn không được giải quyết.

Bảng 6. Kết quả tính toán lượng nước thiếu tại một số công trình lấy nước chính địa hình lòng dẫn năm 2021 với trường hợp có và không đợt xả thứ 3

TT	Công trình thủy lợi	Trường hợp không có đợt xả 3		Trường hợp có đợt xả 3	
		Mức thiếu nước (10^6m^3)	Tỷ lệ thiếu nước (%)	Mức thiếu nước (10^6m^3)	Tỷ lệ thiếu nước (%)
	Sông Đà				
	Trung Hà 2	22,63	71,65	21,76	68,89
	Sông Hồng				
1	Bạch Hạc				
2	Bạch Hạc 2	6,08	11,96	0,00	0,00
3	Đại Định				
4	Thanh Điềm	1,06	5,39	0,00	0,00
5	Liên Mạc	236,01	94,19	235,95	94,17
6	Xuân Quan	97,96	20,02	90,23	18,44
	Tổng	363,75	22,00	347,94	21,04

Như vậy, có thể thấy rằng với thực tế lòng dẫn như hiện nay thì việc xả nước đợt 3 sẽ không mang lại hiệu quả. Xét tổng thể lợi ích của nền kinh tế, việc lựa chọn phương án không xả đợt 3 là hợp lý và cần nghiên cứu các giải pháp khác như hỗ trợ từ các hồ chứa thủy lợi và bố trí thêm các trạm bơm dã chiến.

Các giải pháp chống hạn cho các khu vực khó

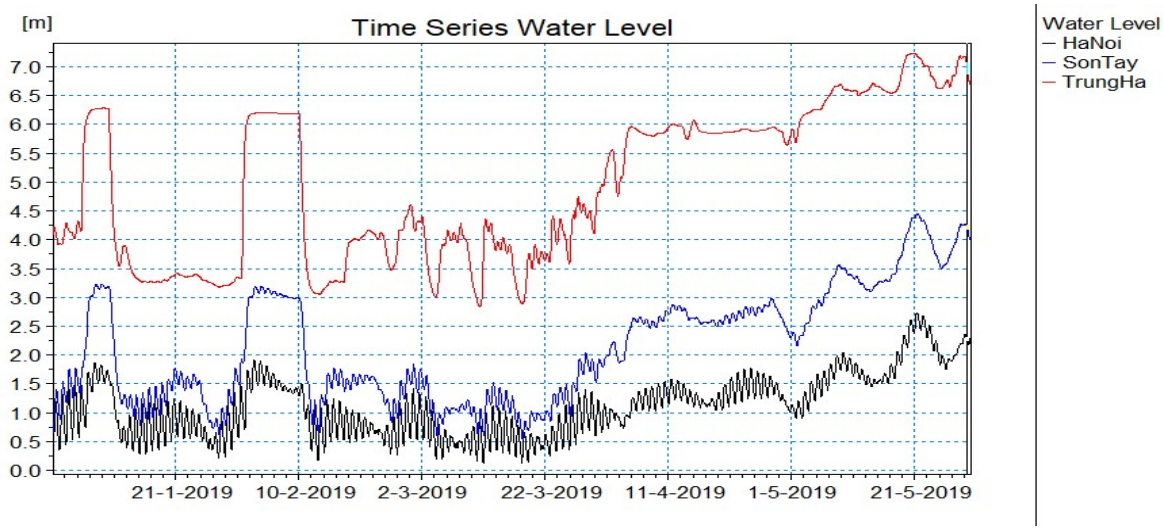
khăn khi thực hiện điều tiết theo kế hoạch đề xuất

Trên cơ sở kết quả tính toán lượng nước thiếu cho thấy, việc xả đợt 3 sẽ không hiệu quả trong tình trạng lòng dẫn tiếp tục hạ thấp như hiện nay. Do vậy đề nghị lựa chọn phương án xả 2 đợt (không xả đợt 3) (Bảng 7).

Bảng 7. Phương án xả đề xuất cho vụ đông xuân 2022 – 2023

Tổng lượng nước xả (triệu m^3)	Tổng lượng xả từng đợt (triệu m^3)		
	Đợt 1 (duy trì Hà Nội 1,7 m)	Đợt 2 7 tổ máy Hòa Bình (xả tối đa công suất nhà máy thủy điện)	Đợt 3
3.882	1.020	2.861	Không thực hiện
Ngày lấy nước	3 ngày (7 - 9/1/2023)	8 ngày (2 - 9/2/2023)	

Với đề xuất các phương án xả như trên thì mực nước triền sông tại Hà Nội đợt 1 là 1,7 m và đợt 2 là 1,95 m.



Hình 4. Mực nước tại Sơn Tây và Hà Nội – phương án xả đề xuất 2023

Như vậy, ngoài trạm bơm Phù Sa, Ấp Bắc không lấy được nước bằng trạm bơm chính mà phải dùng dã chiến thì đến nay trạm bơm Trung Hà cũng không lấy được nước ngay cả trong thời kỳ xả nước gia tăng. Do không thực hiện xả gia tăng đợt 3 nên kể cả các trạm bơm vừa được cải tạo như Đan Hoài, Bạch Hạc, Đại Định, Thanh Điềm cũng sẽ lấy nước khó khăn.

Qua thực tế lấy nước vụ đông xuân năm 2021 - 2022 (Bảng 8) cho thấy, trong đợt xả thứ 3, khu vực lấy nước khó khăn của Hà Nội gồm 3 hệ thống: Trung Hà, Phù Sa, Ấp Bắc (chiếm tới 60% diện tích phục vụ).

Bảng 8. Tiến độ lấy nước khu vực khó khăn của Hà Nội vụ đông xuân 2021 - 2022

TT	Hệ thống công trình	Diện tích hợp đồng (ha)		Mặt bằng có nước		Tiến độ lấy nước (%)		
		Tổng	Diện tích lúa	Diện tích (ha)	Đạt (%)	Đợt 1	Đợt 2	Đợt 3
1	Trung Hà	3.336	2.567	2.567	100	0	28,00	99,74
2	Suối Hai	1.408	1.073	1.032	96	0	50,59	96,08
3	Hệ Phù Sa	5.733	4.215	4.077	97	0	30,11	85,97
4	Hệ Đồng Mô	3.700	3.235	2.971	92	0	38,60	87,87
5	Hệ Ấp Bắc	3.793		3.738	98,5	0,3	49,70	98,50

Năm 2021 - 2022 trạm bơm Trung Hà phải nhận hỗ trợ từ hồ Suối Hai mở tưới ải và kéo dài thời gian tưới so với các năm trước, cụ thể năm 2020: 69 ngày, năm 2021: 75 ngày, năm 2022: 95

ngày. Khả năng lấy nước của trạm bơm Trung Hà rất hạn chế trong cả 3 đợt xả, do đó có xả đợt 3 hay không thì vẫn phải có giải pháp cho khu vực này. Cụ thể như sau:

- Trạm bơm Trung Hà: có nhiệm vụ tưới cho 3.336 ha, trong đó: Lúa 2.567 ha dự kiến sẽ không lấy được nước, cần có các biện pháp hỗ trợ:

+ Hồ Suối Hai hiện tưới cho 1.408 ha, trong đó 1.073 ha lúa. Qua tính cân bằng hồ có khả năng hỗ trợ trạm bơm Trung Hà khoảng 1.000 ha. Ngoài ra, phương án lấy nước từ sông Tích qua trạm bơm Cầu Bã có thể hỗ trợ tưới cho khoảng 500 ha.

+ Lắp đặt trạm bơm dã chiến Trung Hà với quy mô 3 tổ máy bơm chìm loại 6.500 m^3/h phù hợp với điều kiện mặt bằng, quá trình vận hành thuận tiện, an toàn đáp ứng được lưu lượng phục vụ sản xuất vụ đông xuân 2022 - 2023 và các năm tiếp theo.

- Trạm bơm Phù Sa: Hồ Đồng Mô hiện đã đầy hồ, có thể hỗ trợ trạm bơm Phù Sa (khu vực cuối kênh). Tiếp tục sử dụng trạm bơm dã chiến Phù Sa như vụ đông xuân năm 2021. Tuy nhiên, cần chuẩn bị thêm phương án nối dài ống hút, hạ cao trình lấy nước của trạm bơm dã chiến để có thể chủ động lấy nước khi mực nước hạ thấp khi không xả đợt 3.

- Trạm bơm Ấp Bắc: Sử dụng trạm bơm dã chiến như vụ đông xuân năm 2021.

- Các trạm bơm Bạch Hạc, Đại Định cũng sẽ gặp khó khăn, nhất là trong thời gian sau đợt 2, do không xả đợt 3 cần tập trung lấy nước đủ tưới ải trong đợt 2 và lắp đặt thêm các trạm bơm dã chiến để chủ động trong việc lấy nước.

- Bố trí thêm các trạm bơm dã chiến hỗ trợ cho các trạm bơm vừa được cải tạo như Đan Hoài, Bạch Hạc, Đại Định, Thanh Điềm. Dự phòng kế hoạch nối dài ống hút các trạm bơm dã chiến hiện có để đảm bảo chủ động lấy nước trong trường hợp mực nước xuống thấp khi không có đợt xả thứ 3.

4. KẾT LUẬN

Để đảm bảo được an ninh lương thực và an ninh năng lượng cho vùng đồng bằng sông Hồng nói riêng và cả nước nói chung, các bộ, ngành có liên quan cần chú trọng đến việc xây dựng kế hoạch điều tiết nước từ các hồ chứa thủy điện trong mùa cạn.

Trên cơ sở khoa học và thực tiễn như: Đặc điểm thủy triều và khả năng đẩy mặn của hệ thống sông; tập quán canh tác và thời vụ gieo cấy; dung tích trữ của các hồ thủy điện trước mùa kiệt; kế hoạch xả nước gia tăng và khả năng lấy nước của các công trình trong năm trước, đã sử dụng mô hình thủy lực MIKE 11 để mô phỏng chế độ thủy lực trong mùa cạn của hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình nhằm xác định khả năng lấy nước của các hệ thống công trình thủy lợi.

Kết quả tính toán cho thấy, tác động của việc hạ thấp lòng dẫn trong mùa cạn là rất lớn, với địa hình lòng dẫn năm 2021 tổng lượng nước thiếu ở các công trình là 521 triệu m^3, tăng đến 60% so với lượng nước thiếu khi tính toán với địa hình năm 2019. Trước thực tế đó, việc bù đắp lượng nước thiếu hụt bằng giải pháp tăng lượng xả từ các hồ chứa thủy điện hoặc duy trì đợt xả thứ 3 như các năm trước được đánh giá là không hiệu quả.

Khi thực hiện kế hoạch xả nước gia tăng gồm 2 đợt với tổng số 11 ngày, các giải pháp chống hạn cho các khu vực khó khăn về nguồn nước được đề xuất gồm: Nhận hỗ trợ từ các hồ chứa thủy lợi; tiếp tục duy trì, nối dài ống hút các trạm bơm dã chiến hiện có và lắp đặt thêm các trạm bơm chìm, trạm bơm dã chiến mới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Viết Sơn (2020). Nghiên cứu đánh giá thực trạng lấy và đề xuất các giải pháp nâng cao hiệu quả lấy nước trong các đợt điều tiết nước bổ sung từ các hồ chứa thủy điện phục vụ gieo cấy vụ đông xuân khu vực trung du và đồng bằng Bắc bộ. Đề tài Nghiên cứu khoa học cấp Tập đoàn EVN.

2. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2022). Báo cáo số 1143/BC-BNN-TCTL ngày 25/2/2022 về việc Tổng kết công tác lấy nước phục vụ gieo cấy lúa vụ đông xuân 2021 -2022, khu vực Trung du và đồng bằng Bắc bộ.

3. Nguyễn Thị Bích Thủy (2022). Nghiên cứu, đề xuất giải pháp sử dụng hiệu quả nguồn nước trên hệ thống sông Hồng - sông Thái Bình đáp ứng nhu cầu dùng nước hạ du và lợi ích phát điện. Đề tài độc lập cấp Quốc gia ĐTĐL.CN-13/21.

4. Nguyễn Văn Tỉnh, Lê Hùng Nam, Lê Viết Sơn, Lê Xuân Quang (2021). Nâng cao hiệu quả điều tiết hồ chứa nước lớn trên lưu vực sông Hồng phục vụ sản xuất, dân sinh. Nxb Khoa học và Kỹ thuật.

5. Viện Quy hoạch Thủy lợi (2022). Điều tra, dự báo dòng chảy hệ thống sông Hồng – Thái Bình phục vụ chỉ đạo điều hành lấy nước gieo lúa vụ đông xuân khu vực Trung du và đồng bằng Bắc bộ năm 2022. Báo cáo tổng kết nhiệm vụ thường xuyên.

SCIENTIFIC AND PRACTICAL BASIS FOR CONSTITUTING A REGULATORY PLAN FOR HYDROPOWER RESERVOIRS IN THE RED RIVER BASIN TO SAVE WATER DURING THE DRY SEASON

Nguyen Thi Bich Thuy[1], Bui Hai Ninh[1], Nguyen Xuan Phung[1], Nguyen Van Dao[2]

[1]Institute of Water Resources Planning

[2]Federation of Hydrometeorological Surveys

Summary

During the dry season, the hydrological regime of the Red river system shifts in a way that lowers the water level, causing many irrigation projects inoperative. The hydropower reservoirs in the upstream Red river system began to discharge more water starting with the winter-spring crop of 2005–2006 in order to maintain the minimum water level at the Hanoi hydrological station. Although this solution has increased the water level on riverbanks, which is great for planting, it has also lost the majority of the runoff water, which has an impact on the ability of hydropower plants produce electricity. From the practice of planning and regulating the water of hydropower reservoirs on the Red river and Thai Binh river systems in recent years, this article will establish the scientific basis for an analysis, calculation, and plan to take water for the winter-spring crop in the Northern Midlands and Northeastern region in 2022–2023 in order to ensure an economical and efficient use of water. It will also suggest methods for preventing drought in regions that have inadequate water resources.

Keywords: *Dry season, hydropower, Red river, regulating water, reservoir.*

Người phản biện: GS.TS. Trần Đình Hòa
Ngày nhận bài: 18/7/2023
Ngày thông qua phản biện: 18/8/2023
Ngày duyệt đăng: 25/8/2023

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM TRONG GIÁM SÁT, KIỂM ĐẾM NGUỒN NƯỚC HỒ CHỨA

Đinh Xuân Hùng[1,*], Hoàng Tiến Thành[1], Hà Thanh Lân[1],
Nguyễn Văn Tuấn[1], Phạm Công Thành[1], Lương Tuấn Hiệp[1]

TÓM TẮT

Công nghệ viễn thám với ưu điểm dễ khai thác, độ bao phủ rộng đã được ứng dụng rộng rãi trên thế giới trong nhiều lĩnh vực, trong đó bao gồm cả quản lý tài nguyên nước. Nghiên cứu này trình bày kết quả ứng dụng công nghệ viễn thám xây dựng đường đặc tính hồ chứa bằng ảnh radar Sentinel-1 kết hợp ảnh quang học Sentinel-2, Landsat 8 trong giai đoạn 2014 – 2019 và dữ liệu đo độ sâu mực nước sử dụng công nghệ vệ tinh đo cao (altimetry) cho các hồ. Đối với yêu cầu khôi phục dữ liệu địa hình lòng hồ, dữ liệu ảnh viễn thám PlanetScope được ứng dụng thử nghiệm trong xây dựng bản đồ cao độ số (DEM) cho hồ Đồng Mô. Kết quả cho thấy, công nghệ viễn thám khi so sánh với số liệu quan trắc thực tế có kết quả khả quan khi chỉ số Nash-Sutcliffe (NSE) các đường quan hệ Z~F và Z~W của hồ Hà Thượng là 0,96 và 0,99; hồ Lanh Ra là 0,94 và 0,97; hồ Sông Trâu là 0,98 và 0,95; kết quả sai số trung bình giữa kết quả giải đoán và từ bình đồ 1: 10.000 nằm trong phạm vi 0,42 m đối với hồ Đồng Mô. Kết quả nghiên cứu đã xây dựng phương pháp đánh giá nguồn nước thông qua xây dựng đường đặc tính hồ chứa, từ đó tạo tiền đề trong công tác kiểm đếm, giám sát nguồn nước cho các hồ chứa vừa và lớn cho các vùng khác trong tương lai. Phương pháp mở ra hướng ứng dụng công nghệ viễn thám trong đánh giá gián tiếp dòng chảy, đường bờ hay dung tích cho những nghiên cứu sau.

Từ khóa: *Viễn thám, hồ chứa, Sentinel-1, Sentinel-2, Landsat 8, đường đặc tính, PlanetScope, DEM.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam hiện nay có khoảng 6.695 hồ chứa, bao gồm hồ tự nhiên và hồ nhân tạo với tổng dung tích thiết kế 796 triệu m^3, trong đó có 795 hồ chứa có dung tích trên 1 triệu m^3 [1] có chức năng tưới tiêu nông nghiệp, nuôi trồng, khai thác thủy sản, khai thác thủy điện, phát triển du lịch… Ngoài ra, hồ chứa còn là một trong những công trình điều tiết nước chính trên mỗi lưu vực sông, có tác dụng tiêu thoát nước trong mùa lũ và phân phối nước trong mùa kiệt. Trong những năm gần đây, việc ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, các loại hình thiên tai như lũ lụt, hạn hán… diễn biến ngày càng phức tạp, ảnh hưởng đến dân sinh, kinh tế - xã hội. Vì vậy, việc đánh giá nguồn nước thông qua xây dựng đường đặc tính hồ chứa là một công việc quan trọng trong công tác đánh giá, quản lý tài nguyên nước nói riêng và giảm thiểu thiên tai nói chung.

Công nghệ viễn thám, trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng, đang phát triển và không ngừng hoàn thiện. Với nhiều ưu điểm như diện tích bao phủ rộng, nguồn dữ liệu sẵn có, dễ dàng khai thác, công nghệ viễn thám ngày càng được ứng dụng phổ biến trong nhiều lĩnh vực, trong đó có đánh giá tài nguyên nước và thiên tai như: Servir-Mekong xây dựng bộ dữ liệu nước mặt toàn cầu JRC bằng ảnh Landsat 5, 7, 8 giai đoạn 1984 - 2018. JRC giúp phân tích tình trạng ngập trong quá khứ và hỗ trợ đánh giá ngập trong tương lai [2 - 3].

Nghiên cứu đã ứng dụng công nghệ viễn thám trong xây dựng đường đặc tính hồ chứa bằng công nghệ viễn thám sử dụng ảnh radar Sentinel-1 là vệ tinh đầu tiên trong các vệ tinh thuộc chương trình Copernicus của Cơ quan Không gian châu Âu (ESA), đã được phóng lên quĩ đạo ngày 3/4/2014. Sentinel-1 cung cấp thông tin cho nhiều dịch vụ, từ giám sát băng trong vùng biển cực để theo dõi sụt lún đất và để ứng phó với thiên tai như lũ lụt với độ

[1] Viện Quy hoạch Thủy lợi
[*] Email: hungdxiwrp@gmail.com

phân giải 10 m. Hiện nay, Sentinel-1 có chu kỳ 6 ngày do hai vệ tinh Sentinel-1A và Sentinel-1B được phóng so le với nhau [4]. Kết hợp với ảnh quang học như ảnh Sentinel-2 bao gồm Sentinel-2A và Sentinel-2B là sản phẩm của Cơ quan Không gian châu Âu (ESA) được phóng lên quĩ đạo ngày 23/6/2015. Đây là vệ tinh gắn thiết bị thu nhận ảnh đa phổ với 13 kênh phổ (443 nm - 2190 nm), dải quét 290 km, độ phân giải không gian 10 m (4 kênh nhìn thấy và cận hồng ngoại), 20 m (6 kênh hồng ngoại sóng ngắn) và 60 m (3 kênh hiệu chỉnh khí quyển). Hiện tại, vệ tinh thứ hai (Sentinel-2B) đã được đưa vào sử dụng, cả hai sẽ có chu lỳ lặp lại là 5 ngày với phân giải từ 10 - 20 m [5] và ảnh Landsat 8 là vệ tinh được phóng lên bởi NASA, cung cấp những thông tin quan trọng trong nhiều lĩnh vực như quản lý năng lượng và nước, theo dõi rừng, sức khỏe con người và môi trường, quy hoạch đô thị, khắc phục thảm họa và lĩnh vực nông nghiệp với độ phân giải 30 m. Dữ liệu thu nhận được sẽ được phân phối miễn phí đến người sử dụng [6].

Nghiên cứu sử dụng công cụ Google Earth Engine phân loại ảnh theo tiêu chí có nước và không có nước đối với mỗi hồ, sau đó tính diện tích mặt nước cùng với mực nước thu thập tính toán dung tích. Kết quả cuối cùng là đường quan hệ mực nước-diện tích (Z~F), mực nước- dung tích (Z~W) và đường đặc tính hồ chứa theo dạng đồ thị và dạng bảng.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm nghiên cứu

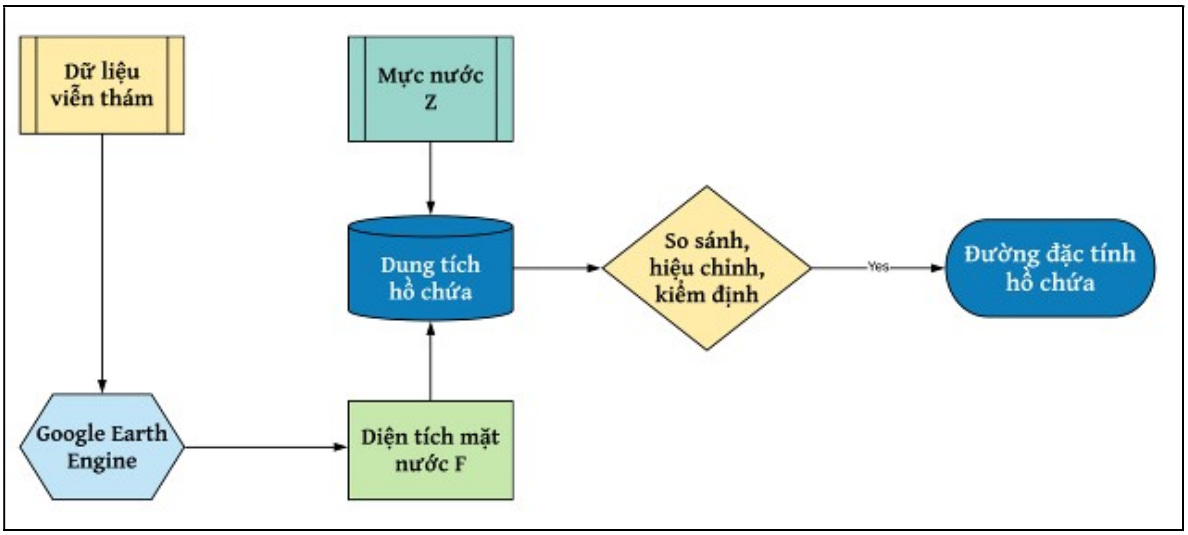
Khu vực nghiên cứu là một số hồ chứa theo các vùng thuộc miền Trung, bao gồm hồ Hà Thượng, Lanh Gia và Sông Trâu.

Bảng 1. Thông tin các hồ chứa trong nghiên cứu

STT	Tên hồ	Địa điểm	Toạ độ		Thông số cơ bản	
			Vĩ độ	Kinh độ	Flv (km^2)	Wtc (10^6 m^3)
1	Hà Thượng	Gio Linh, Quảng Trị	16,90	107,02	13	14,7
2	Lanh Gia	Ninh Phước, Ninh Thuận	11,62	108,85	88	13,26
3	Sông Trâu	Thuận Bắc, Ninh Thuận	11,81	109,07	66	30,4
4	Buôn Tua Sra	Đắk Lắk	12,42	108,01	2930	786,9
5	Đồng Mô	Hà Nội	21,06	105,47	96	61,9

2.2. Phương pháp xây dựng đường đặc tính hồ chứa bằng công nghệ viễn thám

Dữ liệu đầu vào của nghiên cứu sử dụng dữ liệu viễn thám, trong đó kết hợp nguồn ảnh radar Sentinel-1 [4], [7] và nguồn ảnh quang học như Sentinel-2 [5 - 6], Landsat 8 [8]. Ảnh radar Sentinel-1 có ưu điểm xuyên được mây nên có thể tính toán diện tích đường mặt nước trong điều kiện thời tiết xấu [9], ảnh quang học chụp được đường mặt nước một cách rõ nét. Tuy nhiên, ảnh radar lại chịu ảnh hưởng của những dị vật trên bề mặt nước hay kết quả tính toán từ ảnh quang học bị ảnh hưởng bởi mây. Vì thế thu thập ảnh viễn thám radar kết hợp ảnh quang học với ưu điểm tính toán diện tích mặt nước một cách trực quan, chính xác. Nghiên cứu đã thu thập trên 200 ảnh viễn thám radar và quang học trong khoảng thời gian từ năm 2014 - 2019 để có nguồn cơ sở dữ liệu trong tính toán, xây dựng đường đặc tính lòng hồ.



Hình 1. Phương pháp xây dựng đường đặc tính hồ chứa bằng công nghệ viễn thám

Bảng 2. Danh sách dữ liệu ảnh viễn thám thu thập trong tính toán diện tích mặt nước

STT	Tên ảnh	Loại ảnh	Độ phân giải	Thời gian thu thập	Số ảnh thu thập
1	Sentinel-1	Radar	~10 m	2015 - 2019	297
2	Sentinel-2	Quang học	20 m	2014 - 2019	272
3	Landsat 8	Quang học	30 m	2014 - 2019	106

Công cụ Google Earth Engine (GEE) [10] là một công cụ mới với khả năng phân tích mạnh mẽ, đa dạng trong nhiều lĩnh vực, trong đó có thủy lợi cùng với đó là khả năng tiếp cận cho nhiều đối tượng, không đòi hỏi cao về phần cứng, giúp thuận tiện cho việc chuyển giao công nghệ cho các nhà quản lý nhằm giám sát liên tục sự thay đổi về lượng nước trong hồ chứa, GEE cho phép truy cập trực tiếp cơ sở dữ liệu ảnh Landsat, Sentinel hỗ trợ trong công việc xử lý ảnh theo chuỗi thời gian. Thuật toán trong GEE sử dụng ảnh radar khẩu độ tổng hợp (SAR) [11] đối với ảnh radar Sentinel-1 theo bằng thuật toán Otsu để tìm ngưỡng tối ưu nhất để phân tách lớp nước và không có nước theo ngưỡng phân loại (threshold) đối với từng ảnh và tính toán diện tích mặt nước bằng chỉ số khác biệt chuẩn hoá mặt nước NDWI đối với ảnh quang học Sentinel-2, Landsat 8 theo công thức (1):

$$NDWI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR} \quad (1)$$

Với SWIR là band hồng ngoại sóng ngắn và NIR là band cận hồng ngoại. Theo những nghiên cứu trước đây NDWI > 0,5 được xác định là nước [12 - 13].

Diện tích của lớp nước F = N*A (2)

Trong đó: N là số pixel có lớp nước; A là diện tích ô pixel.

Kết quả cuối cùng là đường đặc tính lòng hồ theo từng khoảng diện tích mặt nước F và mực nước Z.

Các bước nghiên cứu bao gồm:

Bước 1: Xác định vùng hồ Hà Thượng, Lanh Gia và Sông Trâu, thu thập dữ liệu viễn thám đầu vào.

Bước 2: Tính toán diện tích mặt nước F từ công cụ Google Earth Engine theo công thức (2).

Bước 3: Xây dựng đường mực nước Z dựa trên phương pháp thu thập dữ liệu thực tế tương ứng với ngày có dữ liệu viễn thám.

Bước 4: Từ F và Z tính toán dung tích W theo công thức:

$$W_{i+1} = \frac{(F_i + F_{i+1} + \sqrt{F_i \times F_{i+1}}) \times (Z_{i+1} - Z_i)}{3} \quad (3)$$

Trong đó: W_{i+1} là dung tích hồ tại mực nước Z_{i+1};

W_i là dung tích hồ tại mực nước Z_i;

Giá trị Z_1 tương ứng với F = 0 và W = 0. Đối với mỗi hồ, giá trị Z_1 sẽ có giá trị khác nhau và được thu thập thực tế [14 - 15].

Bước 5: Xây dựng đường đặc tính lòng hồ từ bảng quan hệ ZFW công thức (3).

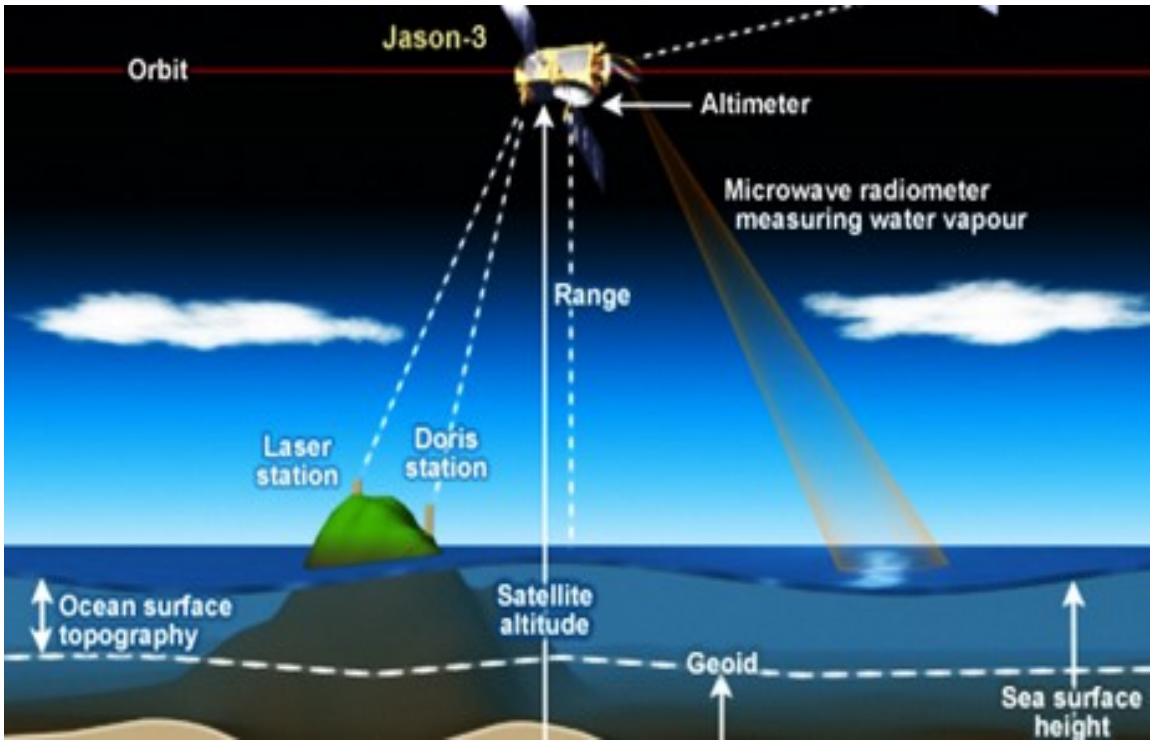
Bước 6: So sánh, kiểm định và hiệu chỉnh đường đặc tính lòng hồ với số liệu quan trắc thực tế tại hồ Hà Thượng, Lanh Gia và Sông Trâu.

2.3. Phương pháp xây dựng đường mực nước từ ảnh viễn thám altimetry

Dữ liệu mực nước ở ảnh Sentinel-3A/B khai thác được trong giai đoạn năm 2018 - 2020, mực nước hồ được tính toán theo dữ liệu vệ tinh theo công thức sau:

$$Z = A - R$$

Trong đó: Z là cao trình bề mặt; A là cao độ vệ tinh; R là khoảng cách từ vệ tinh đến bề mặt quan trắc.



Hình 1. Vệ tinh altimetry và phương pháp tính toán cao độ từ dữ liệu vệ tinh

Do dữ liệu ở hệ tọa độ WGS 84, kết quả cao độ sẽ được đưa về cùng hệ toạ độ VN2000 theo công thức:

$$\zeta_{VN2000} = \zeta_{WGS84} - \Delta_\zeta$$

Trong đó: Δ_ζ là khoảng cách giữa ζ_{VN2000} và ζ_{WGS84}; ζ_{VN2000} là khoảng cách từ hệ quy chiếu VN2000 đến bề mặt đại dương; ζ_{WGS84} là khoảng cách từ hệ quy chiếu WGS84 đến bề mặt đại dương.

Công thức tính ζ_{VN2000} và ζ_{WGS84} được trình bày như sau:

$$\zeta_{VN2000} = h_{VN2000} - H$$

$$\zeta_{WGS84} = h_{WGS84} - H$$

Với H là độ cao trực đối được tính bằng khoảng cách vuông góc từ một điểm đến bề mặt đại dương khi có ảnh hưởng của lực tương tác hấp dẫn của trái đất mà không có tác động của thuỷ triều và gió [16]; h_{VN2000} là khoảng cách vuông góc từ bề mặt tham chiếu của hệ toạ độ VN2000 đến bề mặt trái đất; h_{WGS84} là khoảng cách vuông góc từ bề mặt tham chiếu của hệ toạ độ WGS84 đến bề mặt trái đất.

2.4. Phương pháp xây dựng địa hình từ ảnh viễn thám quang học PlanetScope

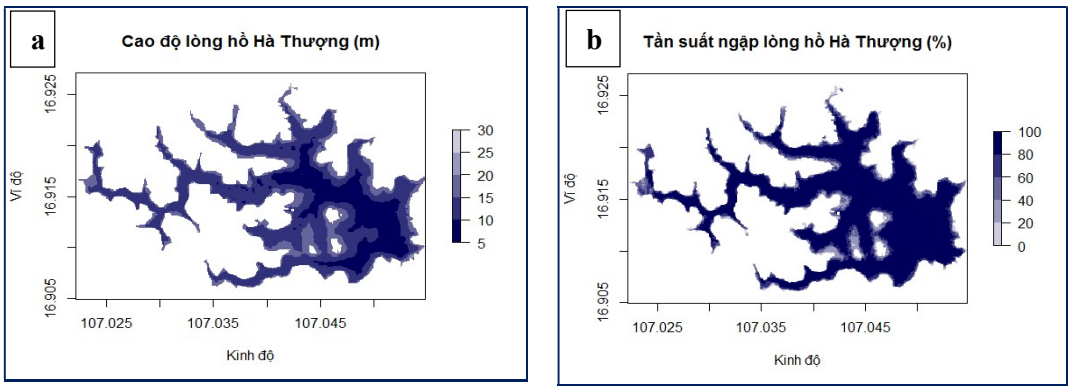
Phương pháp thu thập dữ liệu ảnh PlanetScope, đây là dữ liệu ảnh quang học có độ phân giải cao (3 m) [17] phù hợp để xây dựng chi tiết địa hình, sau đó hiệu chỉnh, xử lý bằng thuật

toán giải đoán bức xạ kế (radiometric) và tạo ảnh lập thể nổi (volumetric stereo).

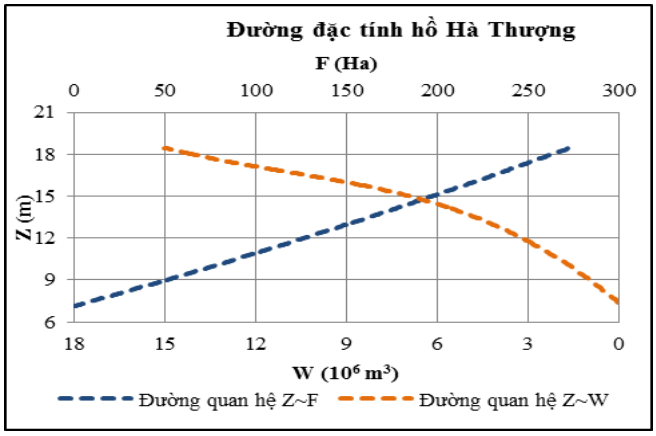
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Kết quả xây dựng đường đặc tính hồ Hà Thượng

Nghiên cứu so sánh đường tương quan giữa cao độ thực tế và tần suất ngập xây dựng từ ảnh viễn thám lòng hồ Hà Thượng (Hình 3), kết quả cho thấy, những vùng có cao độ thấp, tần suất ngập lớn hay những vùng có cao độ lớn, tần suất ngập nhỏ. Tương quan giữa tần suất ngập và cao độ phù hợp với xu thế của đường quá trình lòng hồ.

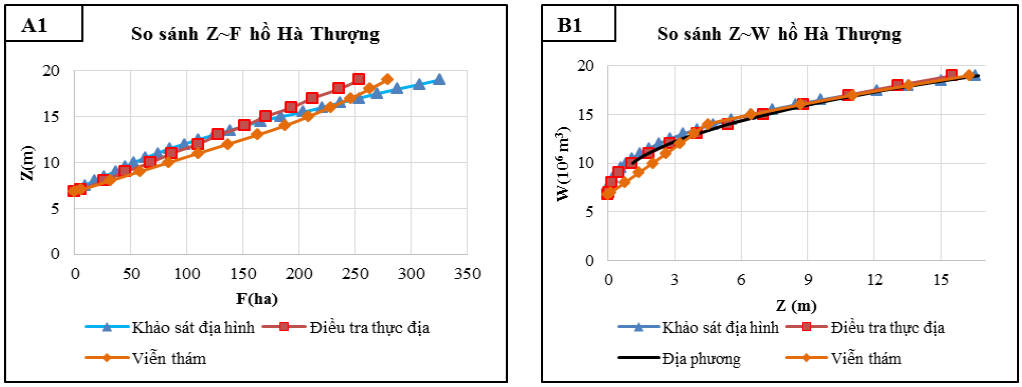


Hình 3. Mối tương quan giữa cao độ lòng hồ (a) và tần suất ngập lòng hồ (b) hồ Hà Thượng

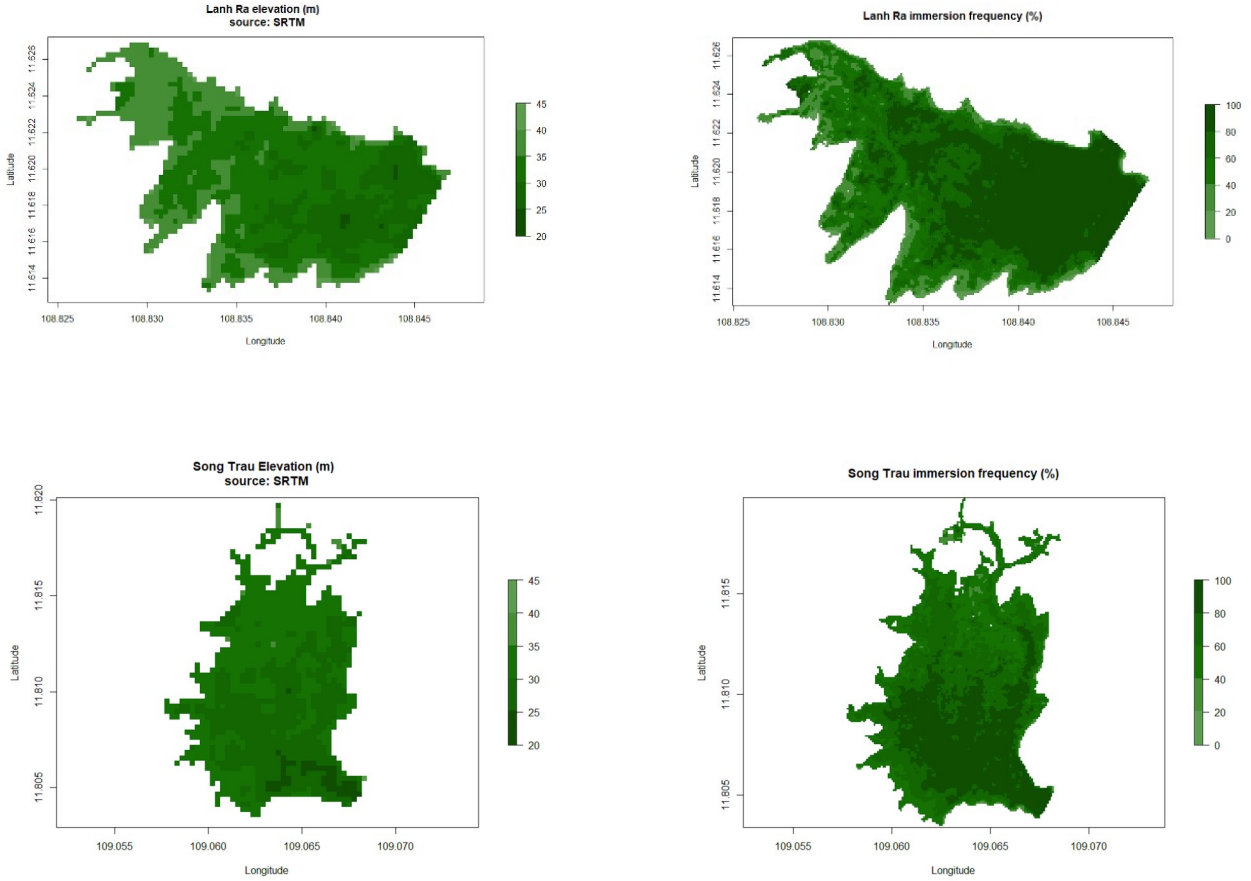


Hình 4. Đường đặc tính hồ Hà Thượng

Nghiên cứu đã so sánh, đánh giá đường quan hệ Z~F, Z~W từ công nghệ viễn thám với số liệu quan trắc thực tế như khảo sát địa hình bằng đo sâu hồi âm, điều tra thực địa thu thập bằng sổ đo mực nước-dung tích tại đơn vị quản lý vận hành (Hình 4).



Hình 5. Kết quả so sánh đường quan hệ Z~F hồ Hà Thượng (A1) từ công nghệ viễn thám với dữ liệu quan trắc thực tế



Hình 6. Kết quả xây dựng dữ liệu cao độ số (DEM) cho hồ Lanh Ra và Sông Trâu

Kết quả xây dựng đường quan hệ Z~F và Z~W bằng công nghệ viễn thám của hồ Hà Thượng, Lanh Gia và Sông Trâu khi so sánh với thực đo đều có thiên hướng bé hơn. Tức là, cùng với một mực nước thì F và W viễn thám nhỏ hơn so với thực tế. Có thể giải thích rằng, những hồ chứa trên có sự bồi lắng bùn cát, dẫn đến diện tích và dung tích có sự thay đổi theo thời gian.

Để kiểm định độ chính xác của công nghệ viễn thám so sánh với thực tế đối với diện tích mặt nước và dung tích theo mực nước tương ứng đối với từng khoảng thời gian thu thập bằng chỉ số Nash, có công thức:

$$Nash = 1 - \frac{\sum_1^n (X_{rs} - X_{obs})^2}{\sum_1^n (X_{obs} - \overline{X_{obs}})^2} \quad (4)$$

Trong đó: X_{rs} là quan hệ Z~F, Z~W xây dựng bằng công nghệ viễn thám; X_{obs} là quan hệ Z~F, Z~W thực đo.

Bảng 3. Tiêu chí đánh giá chỉ số Nash theo công thức (4)

Chỉ số Nash	Đánh giá
0,75 < Nash < 1	Rất tốt
0,65 < Nash ≤ 0,75	Tốt
0,5 < Nash ≤ 0,65	Chấp nhận
Nash ≤ 0,5	Không chấp nhận

Kết quả so sánh quan hệ Z~F và Z~W giữa công nghệ viễn thám và thực đo (Bảng 4).

Bảng 4. So sánh quan hệ Z~F, Z~W công nghệ viễn thám và thực đo bằng chỉ số Nash

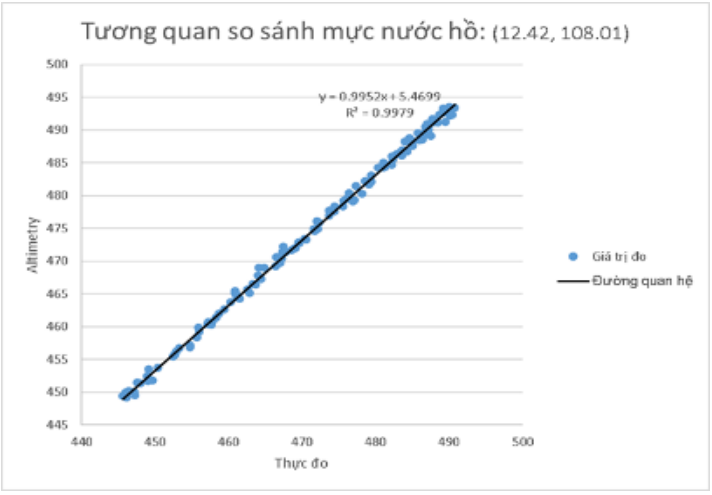
Hồ	Chỉ số Nash	
	Quan hệ Z~F	Quan hệ Z~W
Hà Thượng	0,96	0,99
Lanh Gia	0,94	0,97
Sông Trâu	0,98	0,95

Đường quan hệ Z~F và Z~W từ công nghệ viễn thám so sánh với thực đo có kết quả khả quan và có thể sử dụng để xây dựng cho một số hồ thiếu hoặc ít số liệu quan trắc.

3.2. Kết quả giám sát biến động cao độ mặt nước nước hồ Buôn Tua Srah



Hình 7. Hình ảnh hồ và tuyến vệ tinh (path) bay qua



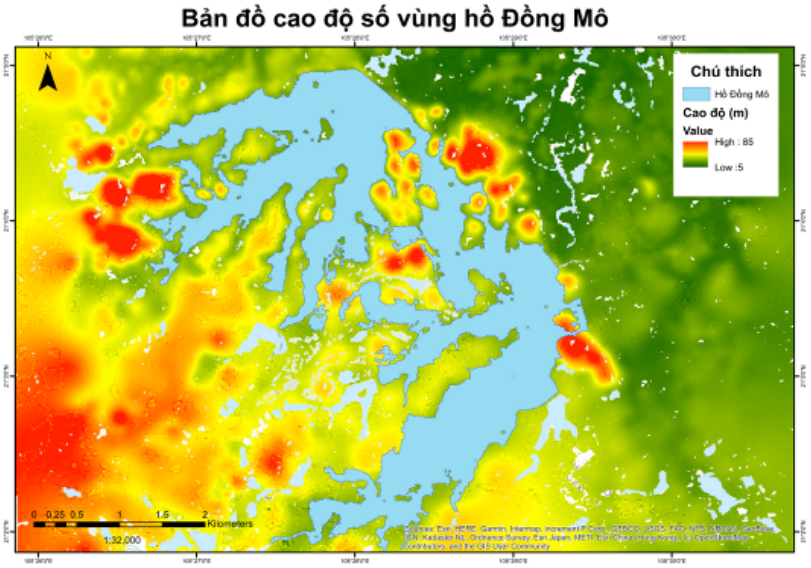
Hình 8. So sánh mực nước hồ Buôn Tua Srah giữa giá trị tính toán từ ảnh altimetry và thực tế giai đoạn năm 2017 - 2021

Giá trị mực nước từ ảnh radar altimetry khi chuyển về hệ toạ độ VN2000, nghiên cứu so sánh với giá trị mực nước thực đo tại hồ Buôn Tua Srah (Hình 7, 8).

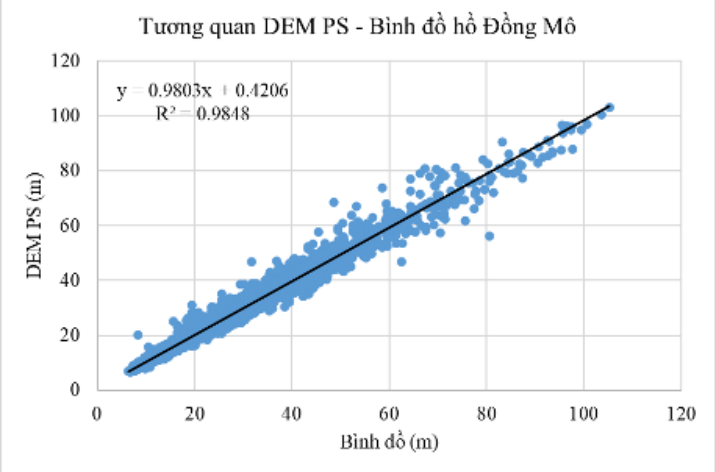
Kết quả cho thấy, giá trị mực nước tính toán từ ảnh altimetry so sánh với giá trị thực đo khá tương đồng nhau khi đã bắt được đường xu thế, các giá trị chênh lệch giữa thực đo và altimetry gần như không sai khác, trừ điểm bất thường là ngày 15/12/2017 khi giá trị mực nước chênh lệch giữa thực đo là gần 10 m (208,37 m và 218,35 m).

3.3. Kết quả xây dựng bản đồ cao độ số (DEM) bằng ảnh viễn thám PlanetScope cho hồ Đồng Mô

Kết quả xây dựng bản đồ cao độ số DEM sử dụng ảnh viễn thám PlanetScope với độ phân giải thực tế 3,8 m cho hồ Đồng Mô như sau:



Hình 9. Bản đồ cao độ số xây dựng bằng ảnh PlanetScope cho hồ Đồng Mô



Hình 10. Tương quan cao độ xây dựng bằng ảnh PlanetScope với dữ liệu địa hình thực tế

Kết quả kiểm chứng cho thấy, tương quan cao độ sau khi hiệu chỉnh xây dựng bằng ảnh PlanetScope có kết quả khả quan khi độ chênh lệch cao độ trung bình nằm trong phạm vi 0,42 m với tương quan R^2 = 0,99.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xây dựng đường đặc tính lòng hồ Hà Thượng, Lanh Gia và Sông Trâu bằng công nghệ viễn thám trong giai đoạn năm 2014 - 2019 bằng phương pháp phân loại nước bằng radar khẩu độ tổng hợp SAR đối với ảnh Sentinel-1 và chỉ số NDWI đối với ảnh Sentinel-2 và Landat 8. Kết quả thu được khi so sánh với thực tế đối với đường quan hệ Z~F và Z~W đều nằm trong khoảng chấp nhận (chỉ số Nash nằm trong khoảng 0,94 - 0,99).

Với những kết quả phân tích và đánh giá phục hồi đường đặc tính lòng hồ bằng phương pháp viễn thám có thể thấy, đường đặc tính lòng hồ đã mất hoặc bị khuyết thiếu có thể được phục hồi bằng công nghệ viễn thám, giúp tiết kiệm thời gian và công sức nhờ kho dữ liệu ảnh viễn thám đa dạng, miễn phí, phương pháp xử lý ảnh với công cụ Google Earth Engine dễ tiếp cận công nghệ, cách hiển thị trực quan. Ngoài ra, với cơ sở dữ liệu xây dựng từ công nghệ viễn thám, có thể bổ sung vào cơ sở dữ liệu còn thiếu hoặc không có, giúp hỗ trợ, tính toán dung tích hồ chứa một cách thuận tiện, mở ra nhiều hướng nghiên cứu mới trong công tác sử dụng, quản lý và đánh giá nguồn nước như đánh giá gián tiếp dòng chảy, biến đổi đường bờ theo thời gian. Phương pháp nghiên cứu không chỉ áp dụng với những hồ chứa trên địa bàn miền

Trung mà còn áp dụng với những vùng khác trên lãnh thổ Việt Nam.

Nghiên cứu cũng xây dựng đường mực nước hồ chứa cho hồ Buôn Tua Srah bằng dữ liệu viễn thám Altimetry, kết quả cho thấy, dữ liệu Altimetry sau khi xử lý là khả thi và có thể sử dụng để tính toán mực nước hồ chứa, góp phần phục vụ trong công tác kiểm đếm nguồn nước hay dữ liệu ảnh phân giải cao PlanetScope có thể hỗ trợ xây dựng bản đồ địa hình giúp người làm công tác quản lý đánh giá được sự thay đổi của cảnh quan khu vực nghiên cứu với ưu điểm độ phân giải cao, dữ liệu cận thời gian thực, giúp thay thế những dữ liệu địa hình đã cũ, góp phần gián tiếp trong quá trình kiểm đếm nguồn nước.

Tuy nhiên vẫn còn một số hạn chế như dữ liệu quan trắc mực nước còn thiếu, một số ngày tính toán diện tích mặt nước bị lệch do mặt hồ có nhiều vật thể trôi nổi, đối với ảnh viễn thám radar hay kết quả tính toán đường mặt nước bị ảnh hưởng bởi mây đối với ảnh viễn thám quang học. Ngoài ra, thời điểm lấy ảnh so với thời gian lấy mực nước chưa hoàn toàn trùng khớp, hay tính toán diện tích mặt nước chỉ áp dụng với những hồ có dung tích vừa và lớn, kết quả tính toán phụ thuộc vào địa hình, dữ liệu Altimetry chỉ có trên một số hồ chứa hay dữ liệu địa hình từ ảnh PlanetScope cần một số mốc địa hình để làm dữ liệu tham khảo tính toán. Vì thế cần khắc phục những vấn đề như sử dụng nguồn ảnh phân giải cao hơn, quan trắc mực nước bằng công nghệ viễn thám để kết quả được chính xác hơn trong những nghiên cứu tiếp theo.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này là một phần kết quả nghiên cứu của đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ cấp Bộ: "Nghiên cứu ứng dụng công nghệ viễn thám nhằm kiểm đếm, giám sát nguồn nước các hồ thủy lợi, thủy điện và giám sát hạn phục vụ sản xuất nông nghiệp tại các vùng khô hạn Nam Trung bộ và Tây Nguyên" thực hiện từ năm 2019-2021 cũng như từ một số nhiệm vụ điều tra cơ bản và dịch vụ sự nghiệp công do Viện Quy hoạch thủy lợi thực hiện trong giai đoạn năm 2018-2023.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tổng cục Thuỷ lợi (2019). Báo cáo số lượng hồ chứa phân theo dung tích và theo địa phương.

2. USAID, ADPC, NASA (2018). "Historical Flood Analysis Tool". Servir-Mekong progam

3. David C. Mason, Sarah L. Dance, Hannah L. Cloke, (2020). Floodwater detection in urban areas using Sentinel-1 and WorldDEM data.

4. ESA, "SENTINEL-1 Overview," pp. https:// sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-1/overview, 2014. Ngày truy cập. 25/12/2020.

5. ESA, "SENTINEL-2 Overview, (2015). pp. https://sentinel. esa. int/ web/ sentinel/ user-guides/sentinel-2-msi/overview. Ngày truy cập. 25/12/2020.

6. USGS (2017). "Landsat Missions-Landsat 8," pp. https:// www. usgs. gov/ land-resources/ nli/ landsat/landsat-8?qt-science_support_page_ related_ con=0#qtscience_support_page_related_con. Ngày truy cập. 25/12/2020.

7. ESA (2020). Sentinel-1, pp. https:// sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-1, 2020. Ngày truy cập. 25/12/2020

8. USGS, "Landsat 8," pp. https://www. usgs. gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-8. Ngày truy cập. 25/12/2020.

9. Ngọc Hiền (2019). Gisgprs, Cục viễn thám quốc gia "Ưu điểm và ứng dụng của ảnh viễn thám Radar," pp. https://anhvientham.com/uu-diem-va-ung-dung-cua-anh-vien-tham-radar-tong-doi-song/. Ngày truy cập. 25/12/2020.

10. Google, "Google Earth Engine," p. https:// earthengine.google.com/. Ngày truy cập. 25/12/2020

11. Cao.H , Zhang.C, Wang.B, (2019). "Operational flood detection using Sentinel-1 SAR data over large areas,". ResearchGate.net - Social network service for scientists.

12. T. Kshetri. (2018). NDVI, NDBI & NDWI Calculation Using Landsat 7, 8. ResearchGate.net - Social network service for scientists.

13. Gao, (1996). NDWI - A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. ScienceDirect Journals & Books.

14. J. Richard (2016). Measuring Lake Surface Area, University of Idaho.

15. Nguyễn Quốc Hiệp, Nguyễn Anh Hùng (2019). Cách tiếp cận mới xây dựng đường đặc tính hồ chứa bằng việc sử dụng ảnh viễn thám radar Sentinel-1.

16. GEOID (2019). Mô hình mặt trọng trường Trái Đất (GEOID). Thư viện pháp luật,

17. Planet (2020). Satellite Imagery Analytics. Planet Labs.

APPLICATION OF REMOTE SENSING TECHNOLOGIES IN RESERVOIR WATER MONITORING AND ACCOUNTING

Dinh Xuan Hung[1], Hoang Tien Thanh[1], Ha Thanh Lan[1], Nguyen Van Tuan[1], Pham Cong Thanh[1], Luong Tuan Hiep[1]

[1]Institute of Water resources Planning

Summary

This paper presents the results of research to application of remote sensing technology for define reservoir characteristic curve by methods using radar images: Sentinel-1 combined with optical images: Sentinel-2, Landsat 8 were collected during the period from 2014 to 2019 and water depth by using Altimetry data for reservoirs in the Central region. The results have been verified with actual monitoring data through specific Nash-Sutcliffe (NSE) index: the relationship graph Z - F and Z - W of Ha Thuong lake: 0.96 and 0.99; Lanh Ra lake: 0.94 and 0.97; Song Trau lake: 0.98 and 0.95 and elevation difference is 0.42 m between DEM created by PlanetScope and reality topographic. The research results have developed a method of assessing water resources through the construction of a reservoir characteristic curve, thereby creating a premise in the counting and monitoring of water sources for medium and large reservoirs for other regions of Vietnam in the future. The method opens the direction of applying remote sensing technology in indirect assessment of flows, shorelines and water storage for future studies.

Keywords: *Remote sensing, reservoir, Sentinel-1, Sentinel-2, Landsat 8, ZFW, PlanetScope, DEM.*

Người phản biện: PGS.TS. Hoàng Thanh Tùng

Ngày nhận bài: 17/7/2023

Ngày thông qua phản biện: 15/8/2023

Ngày duyệt đăng: 22/8/2023

XÂY DỰNG BỘ CÔNG CỤ TÍNH TOÁN LAN TRUYỀN SÓNG BẰNG MẠNG NƠ RON NHÂN TẠO ANN

Vũ Văn Ngọc[1,*], Tạ Đức Hải[2]

TÓM TẮT

Tính toán lan truyền sóng từ ngoài khơi đến khu vực gần bờ là vấn đề quan trọng khi xem xét các hiện tượng thủy động lực khu vực gần bờ, được quan tâm hàng đầu trong các thiết kế công trình chỉnh trị cửa sông, ven biển. Để tính toán lan truyền sóng, có thể dùng phương pháp truyền thống bằng công thức có xét các hệ số giảm sóng (hệ số sóng vỡ, khúc xạ, nhiễu xạ…). Theo hướng hiện đại, hiện nay dùng mô hình hóa theo hướng vật lý và được thực hiện qua chương trình thương mại như MIKE ZERO (Đan Mạch), DELFT3D (Hà Lan)…Bên cạnh đó, một số nghiên cứu có tính mới thông qua mô hình đó là, mô hình hóa theo hướng dữ liệu dựa trên các luật học, học sâu…Nghiên cứu này tính toán lan truyền sóng sẽ được thực hiện thông qua mô hình Mike 21SW và mô hình mạng nơ ron nhân tạo ANN, từ đó so sánh, đánh giá độ chính xác của hai phương pháp, sau đó xây dựng bộ công cụ tính toán lan truyền sóng bằng mô hình mạng nơ ron nhân tạo. Phương pháp ANN sử dụng với mạng nơ-ron nhân tạo đa lớp (Multi-layer Perceptron - MLP) và giải thuật lan truyền ngược (Backpropagation algorithm).

Từ khóa: *Mạng nơ ron nhân tạo, Mike 21SW, dự báo sóng biển.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các tham số sóng gần bờ có vai trò quan trọng đối với nghiên cứu thủy động lực vùng ven biển, nó cũng là đầu vào cho hầu hết các tính toán kết cấu công trình bảo vệ khu vực cửa sông, ven biển.

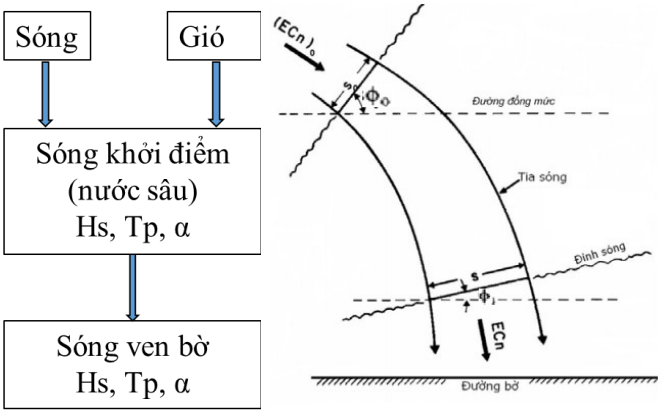
Để tính toán lan truyền sóng, theo hướng truyền thống, việc tính toán bắt đầu từ sóng khởi điểm ở ngoài khơi có được qua phân tích số liệu thống kê sóng có sẵn ở khu vực nước sâu hoặc thông qua tính toán sóng khởi điểm từ tốc độ gió và đà gió. Sóng tại khu vực gần bờ được tính truyền dần theo các đường đẳng sâu thông qua công thức truyền sóng $Hi= H_oK_{sh}K_R$. Trong đó, Ki là hệ số giảm sóng do nước nông và hệ số giảm sóng do khúc xạ.

Theo hướng hiện đại, tính toán lan truyền sóng bằng phương pháp mô hình hóa theo quá trình vật lý. Việc mô hình hóa quá trình lan truyền sóng về bản chất được thể hiện như sơ đồ ở hình 1. Bộ công cụ phổ biến để tính toán sóng như MIKEZERO, DELFT3D, TELEMAC, SWAN… Dữ liệu cung cấp cho mô hình gồm sóng ngoài khơi, gió ở độ cao 10 m trên mặt biển, mực nước trên toàn miền tính. Quá trình mô phỏng lan truyền sóng từ ngoài khơi vào bờ được xem xét khá đầy đủ các quá trình vật lý như sóng vỡ, sóng khúc xạ, nhiễu xạ, kết quả đáp ứng tốt theo thực tế, phương pháp này đang dần phổ biến tại Việt Nam.

Mô hình hóa theo hướng dữ liệu bằng mạng nơ ron nhân tạo trong các bài toán, tính toán mô phỏng cũng như dự đoán đang dẫn trở nên phổ biến. Một số nghiên cứu gần đây cho thấy, sự phát triển mạnh mẽ của các ứng dụng ANN trong lĩnh vực nghiên cứu sóng biển. Scott C. James và cs (2018) [1] mô phỏng sóng trên miền tính 2D tại khu vực biển hở, vịnh Monterey bằng mô hình SWAN và mô hình học máy (ML), so sánh tương quan kết quả đạt được độ chính xác trên 90%. Nghiên cứu của Jadran Berbić và cs (2017) [2] dự báo sóng trong vịnh kín Adriatic tại các điểm có dữ liệu quan trắc dài hạn theo chuỗi thời gian và kết quả cho độ chính xác đều trên 90%. D. J. Peres và cs (2015) [3] sử dụng ANN với dữ liệu đầu vào là tốc độ gió U, V tái phân tích của NCEP/NCAR ứng dụng cho vùng biển RON ở Italia, kết quả phân

[1] Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển
[2] Khoa Hàng không vũ trụ, Học viện Kỹ thuật Quân sự
[*] Email: vuvanngoc85@gmail.com

tích bằng ANN được so sánh với kết quả từ mô hình tiên tiến như WaveWatch III/CFSR và chỉ ra mô hình hoạt động tốt, có tính thực tiễn cao. Bên cạnh đó, các nghiên cứu khác như dự báo sóng phản xạ do các công trình trong bể cảng, dự báo độ đục của nước biển, dự báo sự lan truyền sóng gần bờ từ dữ liệu sóng toàn cầu [4 - 6]. Tại Việt Nam, một số nghiên cứu có sử dụng ANN trong lĩnh vực thủy văn và hải văn cũng đã được công bố [7 - 9]. Nghiên cứu của Trần Hồng Thái và cs (2022) [10] dự báo độ cao sóng tại trạm Cồn Cỏ (tỉnh Quảng Trị) được thực hiện bằng mô hình ANN hồi quy, theo các hạn dự báo 6, 12, 18 và 24 giờ. Trong đó, sử dụng mô hình đơn biến và mô hình hai biến, kết quả cho thấy độ tin cậy cao của mô hình hai biến, hệ số tương quan đạt trên 58%.



Hình 1. Sơ đồ tính toán lan truyền sóng từ ngoài khơi đến khu vực gần bờ

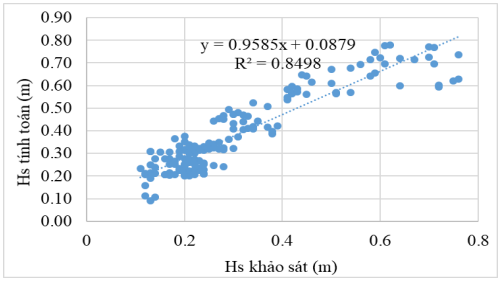
Trong nghiên cứu này, mô hình Mike 21SW được dùng để tính toán lan truyền sóng nhằm mục đích so sánh đánh giá với mô hình ANN và đồng thời tạo chuỗi dữ liệu đầu vào cho ANN.

2. TÍNH TOÁN SÓNG BẰNG MÔ HÌNH MIKE 21SW

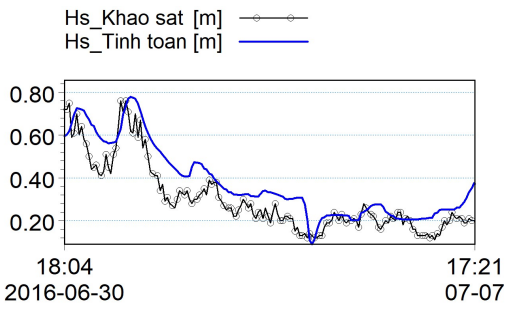
2.1. Địa điểm nghiên cứu

Khu vực thực hiện nghiên cứu là biển cửa Đại, nằm trực diện cửa sông Trà Khúc thuộc tỉnh Quảng Ngãi.

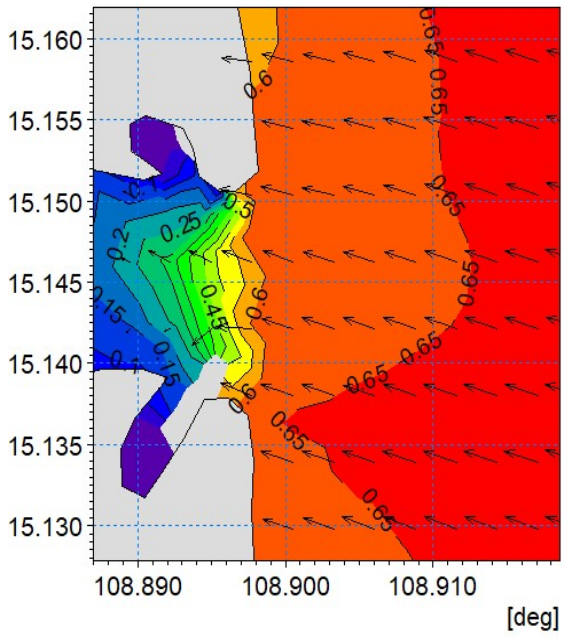
2.2. Phương pháp tính toán



(a) Tương quan sóng giữa tính toán và khảo sát



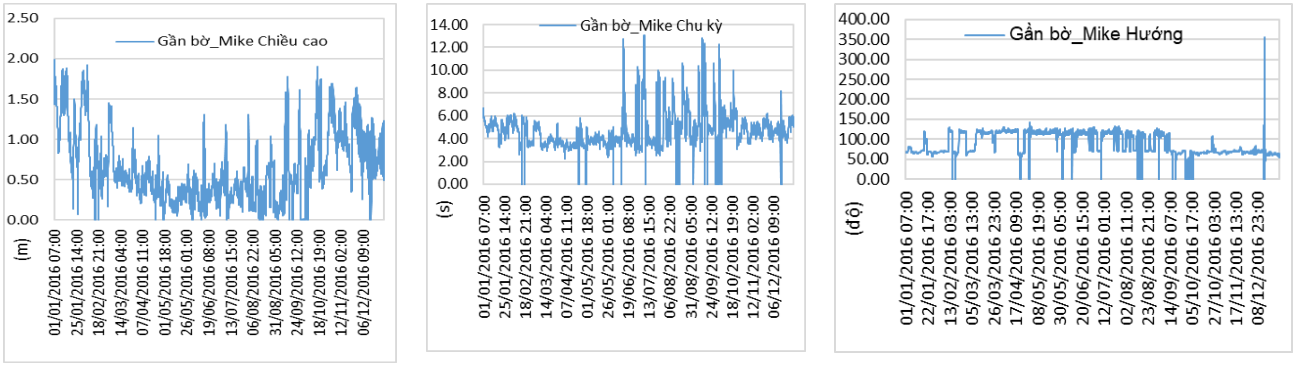
(b) So sánh sóng giữa tính toán và khảo sát



(c) Trường sóng tại khu vực cửa Đại được mô phỏng bằng mô hình Mike 21SW

Hình 2. Kết quả tính toán và so sánh chiều cao sóng giữa mô hình Mike 21SW và số liệu thực đo tại cửa Đại, tỉnh Quảng Ngãi

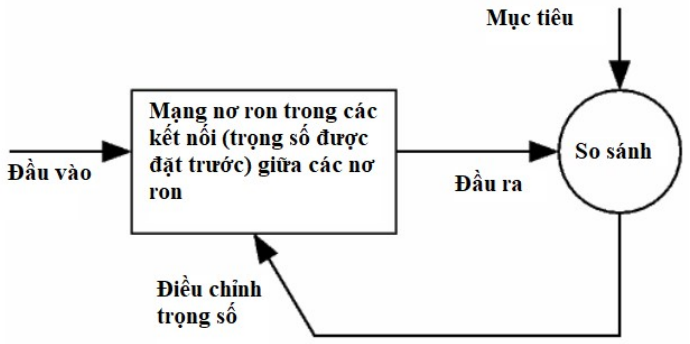
Tính toán lan truyền sóng được thực hiện bằng phương pháp mô hình hóa theo hướng quá trình vật lý thông qua bộ công cụ Mike 21SW. Số liệu sử dụng để tính toán gồm các thông số sóng ngoài khơi là Hs, Tp, α. Số liệu sóng ngoài khơi được trích xuất từ kết quả mô phỏng sóng toàn cầu được thực hiện bởi NOAA và mô phỏng bằng mô hình WaveWatch III. Số liệu mực nước được dự báo bằng bộ hằng số điều hòa tích hợp sẵn trong bộ mô hình Mike Zero. Số liệu sóng ven bờ được sử dụng để kiểm chứng kết quả mô phỏng là số liệu sóng được khảo sát tại cửa Đại từ 30/6 - 7/7/2016. Mô hình sóng Mike 21SW được thiết lập cho khu vực cửa Đại, tỉnh Quảng Ngãi để mô phỏng sóng trong thời gian khảo sát, qua đó kiểm chứng sự tương quan giữa kết quả tính toán và số liệu thực tế. Hình 2 thể hiện kết quả kiểm chứng cho thấy, mô phỏng chiều cao sóng tương đối tốt, mức tương quan giữa mô phỏng và thực đo đạt xấp xỉ 85%. Mô hình được tiếp tục sử dụng mô phỏng cho thời gian dài hơn để có số liệu xây dựng công cụ ANN. Kết quả mô phỏng cho 1 năm từ 1/1 - 30/12/2016 được thể hiện ở hình 3.



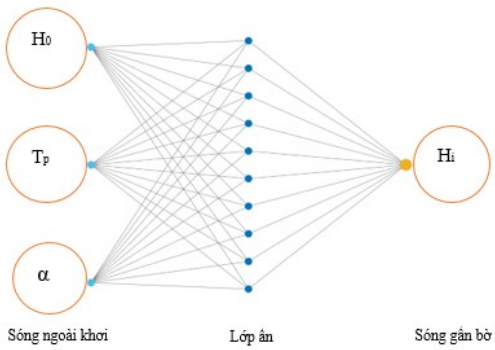
Hình 3. Kết quả tính toán sóng gần bờ bằng Mike 21SW từ 1/1 - 30/12/2016

3. BỘ CÔNG CỤ TÍNH TOÁN LAN TRUYỀN SÓNG BẰNG NƠ RON NHÂN TẠO

Trong nghiên cứu này, việc dự báo sóng ven bờ tại khu vực biển cửa Đại, tỉnh Quảng Ngãi được thực hiện bằng mạng nơ-ron nhân tạo đa lớp (Multi-layer Perceptron - MLP) và giải thuật lan truyền ngược (Backpropagation algorithm). Hình 4 thể hiện sơ đồ khối của mạng nơ-ron lan truyền ngược. Hình 5 thể hiện cấu trúc mạng nơ ron đa lớp với 3 đầu vào và 1 đầu ra, trong đó chiều cao sóng ngoài khơi ký hiện H_0 chiều cao sóng ven bờ ký hiệu H_i. Để huấn luyện mạng nơ-ron nhân tạo cần chuẩn bị một tập dữ liệu mẫu (bao gồm tập đầu vào và tập dữ liệu mục tiêu). Quá trình huấn luyện mạng nơ-ron sử dụng giải thuật lan truyền ngược là quá trình so sánh đầu ra của mạng với giá trị mục tiêu và điều chỉnh các trọng số để đưa sai số về giá trị nhỏ nhất.



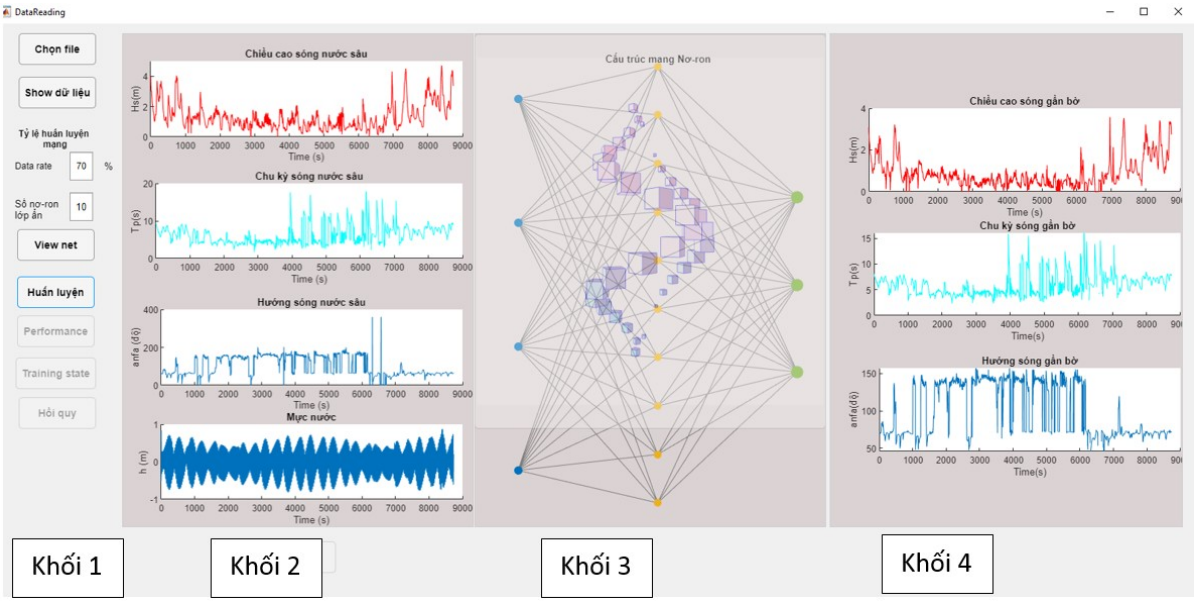
Hình 4. Sơ đồ khối mạng nơ-ron nhân tạo với giải thuật lan truyền ngược



Hình 5. Cấu trúc mạng nơ ron đa lớp, 3 đầu vào, 1 đầu ra

Để thực hiện mô phỏng sóng ven bờ từ số liệu sóng ngoài khơi bằng mô hình ANN có thể trực tiếp ứng dụng công cụ nntool trong Matlab. Tuy nhiên, việc thực hiện với nntool đòi hỏi quá trình nghiên cứu để tiếp cận, khai thác, nó cũng không có giao diện nên việc thực hiện phải thông qua

một số câu lệnh trong Matlab. Trong nghiên cứu này, giới thiệu bộ công cụ được lập trình với giao diện tiếng Việt, các trình đơn được thể hiện rõ ràng để dễ dàng thao tác đối với người sử dụng. Bộ công cụ được xây dựng trên nền tảng Matlab có 4 mô đun chính gồm: Mô đun nhập dữ liệu, mô đun hiển thị dữ liệu, mô đun tính toán, mô đun phân tích kết quả. Hình 6 thể hiện giao diện của bộ công cụ đã được xây dựng. Trong đó, "Khối 1" là khu vực các nút theo chức năng cụ thể như "chọn file", "show dữ liệu", "tỉ lệ huấn luyện", "view net", "huấn luyện", "dự báo", "hồi quy". "Khối 2" thể hiện biểu đồ dữ liệu tương ứng theo chức năng từ nút "show dữ liệu". "Khối 3" thể hiện sơ đồ mạng nơ ron với số lớp ẩn, số đầu vào và số đầu ra cần dự báo theo các thiết lập tương ứng từ các thông số ở "Khối 1". "Khối 4" thể hiện kết quả tính toán của mạng nơ ron nhân tạo.



Hình 6. Giao diện tính toán của công cụ ANN

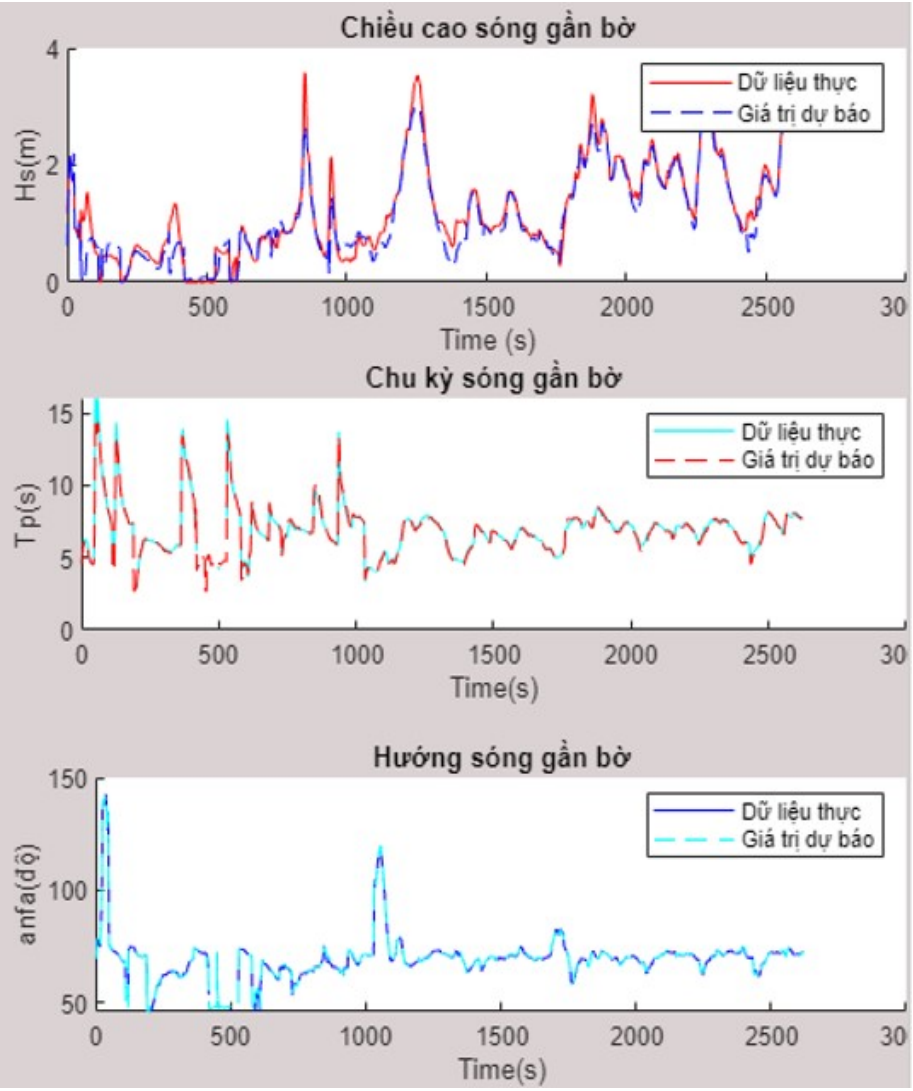
Để sử dụng bộ công cụ ANN trong tính toán sóng gần bờ, cần chuẩn bị tệp dữ liệu (Bảng 1), trong nghiên cứu này đã chuẩn bị một tệp dữ liệu gồm 8.760 hàng và 7 cột. Nguồn số liệu này gồm các thông số sóng ngoài khơi được trích xuất từ mô hình sóng toàn cầu WaveWatch III của NOAA, sóng ven bờ được trích xuất từ kết quả mô phỏng lan truyền sóng trong năm 2016 bằng mô hình Mike 21SW (Hình 3), mực nước được dự báo từ bộ hằng số điều hòa toàn cầu tích hợp sẵn trong MikeZero. Tệp dữ liệu có 8.760 hàng tương ứng với 24 giờ trong ngày, lần lượt 365 ngày của năm 2016.

Bảng 1. Tệp dữ liệu chuẩn bị để sử dụng bộ công cụ ANN

TT	Thông số sóng và mực nước gần bờ				Thông số sóng ngoài khơi		
	Hs	Ts	Dir	Hw	Hs_CD	Ts_CD	Dir_CD
1	3,97	9,44	61,29	-0,5	3,08	7,95	70,54
2	3,9	9,37	60,92	0,84	2,99	8,12	70,81
……..	……..	……..	……..	……..	……..	……..	……..
……..	……..	……..	……..	……..	……..	……..	……..
8.760	3,64	9,23	61,87	0,06	2,85	7,93	71,2

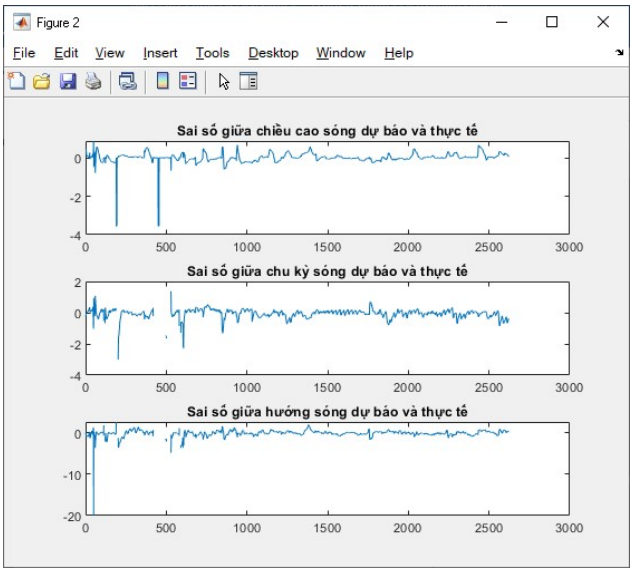
Hình 6 thể hiện dữ liệu sóng ngoài khơi, mực nước và sóng gần bờ được nạp vào chương trình tính và được hiển thị ở hai khu vực phía bên trái và bên phải của giao diện tính toán. Chọn tỉ lệ huấn luyện là 70%, tỉ lệ kiểm định và dự báo là 30%. Như vậy số lượng dòng dữ liệu sẽ được dự báo là 30% x

8.760 = 2.628 dòng kết quả tính toán số liệu sóng ven bờ, kết quả sẽ được so sánh lại với dữ liệu nạp vào để đánh giá độ chính xác. Để thực hiện quá trình này, người dùng nhập 70 vào phần "data rate" thể xác lập tỉ lệ huấn luyện. Để khởi tạo mạng, người dùng nhập số lượng lớp ẩn tùy ý, trong nghiên cứu này đã thực hiện minh họa với 10 lớp ẩn, khi đó khu vực giữa của giao diện sẽ hiện thị sơ đồ mạng gồm 3 đầu vào, 10 lớp ẩn, 3 đầu ra. Sau toàn bộ các bước trên, người dùng bấm vào nút "huấn luyện", tiếp theo bấm vào nút "dự báo" (Hình 7).

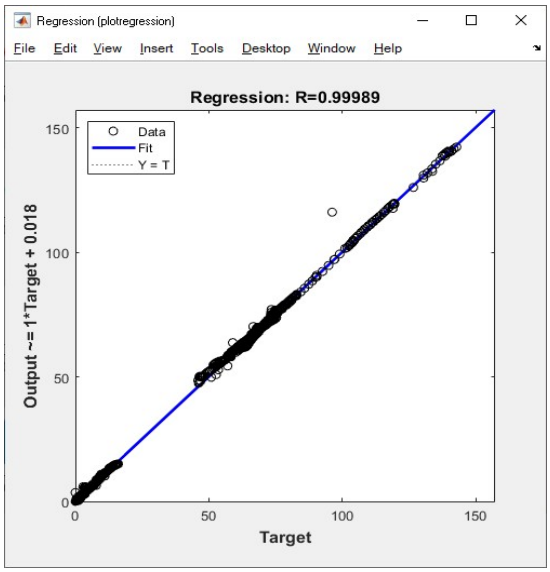


Hình 7. Tương quan kết quả tính toán bằng bộ công cụ nơ ron nhân tạo và giá trị mô phỏng bằng Mike 21SW cho năm 2016

Hình 7 thể hiện kết quả tính toán sau khi mô hình ANN được huấn luyện, kết quả thể hiện 2.628 hàng, kết quả sóng gần bờ được tính bằng bộ công cụ đã xây dựng (biểu thị bằng nét đứt), kết quả có xu thế bám sát dữ liệu thực (biểu thị bằng nét liền), đánh giá tương quan so với kết quả của Mike 21SW đạt 98,6% đối với thông số Hs, đạt trên 99% đối với thông số Tp và α. Đồ thị sai số giữa giá trị tính toán và giá trị thực được tự động hiển thị cùng và thể hiện ở hình 8, tương quan toàn bộ kết quả của quá trình huấn luyện và tính toán tương ứng 8.760 hàng dữ liệu (Hình 9). Qua các tính toán với bộ công cụ kể trên có thể thấy rằng, hiệu quả tính toán của bộ công cụ với mô hình mạng nơ ron nhân tạo khá tốt, độ chính xác của tính toán bằng mô hình ANN tương đương với Mike 21SW, tốc độ tính toán chỉ diễn ra trong vài giây trong khi đó với mô phỏng sóng trong 1 năm bằng mô hình Mike 21SW đến vài trăm giờ.



Hình 8. Sai số giữa giá trị tính toán và thực tế



Hình 9. Tương quan toàn bộ quá trình huấn luyện và tính toán của 8.760 hàng dữ liệu

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã thực hiện tính toán sóng ven bờ khu vực cửa Đại, tỉnh Quảng Ngãi trong thời gian 365 ngày, năm 2016 bằng hai phương pháp mô hình hóa Mike 21SW và mô hình ANN. Việc thực hiện đều xuất phát từ sóng khởi điểm ngoài khơi của NOAA mô phỏng bằng WaveWatch III. Quá trình tính toán bằng mô hình Mike 21SW và mô hình ANN đều cho kết quả tốt. Đáng lưu ý, hiệu suất tính toán bằng mô hình ANN tương đối tốt, đạt độ chính xác tương đương với Mike 21SW, tốc độ tính toán chỉ mất vài giây cho một năm. Qua nghiên cứu này, đã giới thiệu về bộ công cụ tính toán được xây dựng với giao diện tiếng Việt khá trực quan và dễ sử dụng, chỉ cần thông qua một số thác tác đơn giản bằng các nút bấm có sẵn, người dùng có thể thuận tiện tính toán và điều chỉnh, đánh giá độ chính xác. Bộ công cụ được xây dựng với thử nghiệm dữ liệu huấn luyện được tái tạo từ mô phỏng Mike 21SW (có kiểm định mô hình trước khi mô phỏng) mặc dù vậy chưa xem xét được đầy đủ các tình huống sóng diễn biến trên thực tế, kết quả đạt được chỉ giới hạn ở tương đương kết quả mô phỏng của Mike 21SW. Trong điều kiện đó, ANN tương đương với Mike 21SW và do đó sai số so với số liệu thực tế cũng tương đương và ở mức khoảng 15% như đối với phần kiểm chứng mô hình (chỉ đạt tương quan khoảng 85%).

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được thực hiện trong khuôn khổ đề tài khoa học công nghệ tiềm năng cấp Bộ "Nghiên cứu mạng nơ ron nhân tạo ANN dự đoán tham số sóng gần bờ khu vực Cửa Đại, tỉnh Quảng Ngãi".

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Scott C. James, Yushan Zhang, Fearghal O'Donncha (2018). A machine learning framework to forecast wave conditions, Coastal Engineering, Volume 137, pages 1 - 10.

2. Jadran Berbić, Eva Ocvirk, Dalibor Carević, Goran Lončar (2017). Application of neural networks and support vector machine for significant wave height prediction, Oceanologia, volume 59, issue 3, pages 331 - 349, ISSN 0078-3234, https://doi.org/10.1016/j.oceano.2017.03.007.

3. D.J. Peres, C. Iuppa, L. Cavallaro, A. Cancelliere, E. Foti (2015). Significant wave height record extension by neural networks and reanalysis wind data, Ocean Modelling, volume 94, pages 128 - 140, ISSN 1463 - 5003, https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2015.08.002.

4. Hyun-Doug Yoon, Daniel T. Cox, Munki Kim (2013). Prediction of time-dependent sediment suspension in the surf zone using artificial neural network, Coastal Engineering, volume 71, pages 78 - 86, ISSN 0378 - 3839, https://doi. org/10.1016/j.coastaleng.2012.08.005.

5. Yunwei Wang, Jun Chen, Hui Cai, Qian Yu, Zeng Zhou (2021). Predicting water turbidity in a macro-tidal coastal bay using machine learning approaches, Estuarine, Coastal and Shelf Science, volume 252, 107276, ISSN 0272 - 7714, https://doi.org/10.1016/j.ecss.2021.107276.

6. Sooyoul Kim, Tracey H.A. Tom, Masahide Takeda, Hajime Mase (2021). A framework for transformation to nearshore wave from global wave data using machine learning techniques: Validation at the Port of Hitachinaka, Japan, Ocean Engineering, volume 221, 108516, ISSN 0029 - 8018, https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.108516.

7. Lê Văn Nghinh, Hoàng Thanh Tùng, Nguyễn Ngọc Hải (2006). Nghiên cứu ứng dụng mạng nơ ron thần kinh vào dự báo lũ các sông ở tỉnh Bình Định và Quảng Trị. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, số. 14., tr 65 – 70.

8. Nguyễn Đăng Tính (2008). Ứng dụng mạng nơ ron nhận tạo để dự báo mưa và dòng chảy làm cơ sở cho công tác phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai hạn hán trên một số lưu vực sông thuộc vùng Tây nguyên Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, số. 22, tr 41 – 48.

9. Đặng Văn Tỏ (2010). Phục hồi dữ liệu sóng biển bằng mạng nơ-ron nhân tạo. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển T10*, số 1, tr 17 - 25.

10. Trần Hồng Thái, Mai Văn Khiêm, Nguyễn Bá Thủy, Bùi Mạnh Hà, Phạm Khánh Ngọc (2022). Xây dựng mô hình mạng nơ ron hồi quy dự báo độ cao sóng có nghĩa tại trạm Cồn Cỏ, Quảng Trị, Việt Nam. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, tập. 4, số. 736(1), tr 73 - 84.

INTRODUCING THE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN) WAVE PROPAGATION CALCULATION TOOLKIT

Vu Van Ngoc[1], Ta Duc Hai[2]

[1]Key Laboratory of River and Coastal Engineering - Vietnam Academy for Water Resources (KLORCE)

[2]Faculty of Aerospace Engineering, Military Technical Academy.

Summary

The calculation of wave propagation from offshore to nearshore is a well-known and important issue in studying nearshore hydrodynamic phenomena, especially in the design of river mouth and coastal engineering projects. Traditional methods for wave propagation calculations involve empirical formulas that consider wave attenuation coefficients (such as wave breaking coefficient, reflection coefficient, diffraction coefficient, etc.). In modern approaches, physical process modeling is used and implemented through commercial programs such as MIKE ZERO (Denmark), DELFT3D (Netherlands), etc. Additionally, there are some innovative studies using data-driven models based on machine learning, deep learning, and other learning algorithms. In this paper, the wave propagation calculation will be conducted using the MIKE 21SW model and an artificial neural network (ANN) model. The accuracy of the two methods will be compared and evaluated, and subsequently, a wave propagation calculation toolkit will be developed using the artificial neural network model.

Keywords: *ANN, Mike 21SW, wave prediction.*

Người phản biện: PGS.TS. Trần Thanh Tùng
Ngày nhận bài: 10/7/2023
Ngày thông qua phản biện: 9/8/2023
Ngày duyệt đăng: 16/8/2023

ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ ÁP DỤNG MÔ HÌNH GIẢI PHÁP MỀM BẢO VỆ BỜ VÙNG CỬA SÔNG, VEN BIỂN BÁN ĐẢO CÀ MAU

Nguyễn Nguyên Hằng[1, *], Mai Trọng Luân[1], Đặng Ngọc Bích[1]

TÓM TẮT

Khu vực bán đảo Cà Mau đang đứng trước nguy cơ sạt lở, hệ sinh thái rừng ngập mặn ven biển bị tác động, không còn đảm bảo chức năng phòng hộ và sinh thái, ảnh hưởng đến an ninh quốc phòng và an sinh xã hội. Việc đề xuất và triển khai mô hình giải pháp mềm thân thiện với môi trường, chi phí thấp để bảo vệ bờ vùng cửa sông, ven biển bán đảo Cà Mau là việc làm cần thiết, cấp bách và có ý nghĩa to lớn. Trên cơ sở hợp tác giữa Cộng hòa Liên bang Đức và Chính phủ Việt Nam về các vấn đề liên quan đến kinh tế - xã hội, đặc biệt là về lĩnh vực khoa học công nghệ, Bộ Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã phối hợp với Bộ Giáo dục và Nghiên cứu Liên bang Đức (BMBF) xây dựng chương trình "Giải pháp tích hợp cho sự phát triển bền vững đồng bằng sông Cửu Long - đất, nước, năng lượng và khí hậu" (ViWaT), "Nghiên cứu giải pháp mềm bảo vệ bờ vùng cửa sông, ven biển bán đảo Cà Mau" đã được triển khai thực hiện. Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 12/2018 - 10/2021 và một mô hình giải pháp mềm bảo vệ bờ vùng cửa sông, ven biển đã được triển khai áp dụng từ tháng 4/2021 tại khu vực ven biển xã Đất Mũi, huyện Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau. Mô hình có diện tích trồng rừng ngập mặn 2,5 ha với loài cây trồng là mắm trắng (*Avicennia alba*), mật độ trồng 2.500 cây/ha; 500 m tường mềm là hàng rào tre có gia cố cọc bê tông được xây dựng nhằm giảm sóng, tăng hiệu quả gây bồi để tạo điều kiện cho cây mắm trắng sinh trưởng và phát triển. Sau 2 năm triển khai, cây sinh trưởng, phát triển tốt và ước tính giá trị về mặt kinh tế, môi trường của mô hình đạt 38.023.184 đồng/năm.

Từ khóa: *Giải pháp mềm, hiệu quả mô hình, vùng cửa sông, ven biển, bán đảo Cà Mau, tỉnh Cà Mau.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bán đảo Cà Mau thuộc vùng đồng bằng sông Cửu Long và được chia thành 6 tiểu vùng, bao gồm: Tây sông Hậu, U Minh Thượng, U Minh Hạ, Quản Lộ - Phụng Hiệp, Nam Cà Mau và ven biển Bạc Liêu - Vĩnh Châu. Về mặt phạm vi hành chính, bán đảo này gồm thành phố Cần Thơ, các tỉnh Hậu Giang, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau và một phần tỉnh Kiên Giang.

Hiện nay, khu vực này đang đứng trước nguy cơ sạt lở, hạn mặn kéo dài, hệ sinh thái rừng ngập mặn ven biển bị tác động mạnh, không còn đảm bảo chức năng phòng hộ và sinh thái, ảnh hưởng đến cuộc sống của người dân địa phương và sự phát triển của kinh tế, xã hội.

Để giải quyết được vấn đề trên, đã có một số giải pháp, công trình bảo vệ bờ biển đã được ứng dụng, triển khai. Một số giải pháp công trình, kết hợp phục hồi rừng ngập mặn đã được áp dụng như kè chữ T bằng cọc tre và trồng cây chống xói lở với chiều dài 600 m bờ biển tại xã Vĩnh Tân, thị xã Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng; đê chắn sóng bằng đá của tổ chức Hợp tác Quốc tế Đức (GIZ). Các công trình này bước đầu đã mang lại hiệu quả bảo vệ bờ và hệ sinh thái ven biển. Bên cạnh đó, kè ly tâm tạo bãi nhằm chắn sóng chống sạt lở đê đã được nhân rộng tại biển Tây. Khu vực này trồng đước và mắm, cùng với cây rừng mọc tự nhiên đã tạo thành rừng phòng hộ chắn sóng cho dải bờ biển. Giải pháp này được đánh giá là hiệu quả và phù hợp với điều kiện của một số khu vực tại Cà Mau. Công trình đê giảm sóng kết cấu rỗng được áp dụng để bảo vệ bờ biển Cồn Cống tại xã Phú Tân, huyện

[1] Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình
[*] Email: hangnguyen1512@gmail.com

Tân Phú Đông, tỉnh Tiền Giang của Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam đã bước đầu mang lại hiệu quả hạn, chế sạt lở bờ và phục hồi hệ sinh thái rừng ngập mặn.

Tuy nhiên, các giải pháp vẫn còn một số nhược điểm như chi phí cao, nhiều công trình chưa đáp ứng trước tác động của thời tiết, chưa khôi phục được hệ sinh thái ven bờ, trong đó có rừng ngập mặn. Vì vậy, việc đề xuất và triển khai được mô hình giải pháp mềm thân thiện với môi trường, chi phí thấp để bảo vệ bờ vùng cửa sông, ven biển bán đảo Cà Mau là việc làm cần thiết, cấp bách.

2. THỜI GIAN, ĐỊA ĐIỂM VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian, địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 4/2021 - 5/2023 tại xã Đất Mũi, huyện Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp hồi cứu

Kế thừa các kết quả nghiên cứu của đề tài như cơ sở khoa học lựa chọn vị trí, loài cây, bộ tiêu chí đánh giá hiệu quả mô hình.

2.2.2. Phương pháp điều tra thực địa

- Điều tra, thu thập thông số về tỷ lệ sống (thông qua việc đo đếm số lượng cây sống và cây chết). Đo đếm số lượng cây sống, chết trên 5 ô tiêu chuẩn có diện tích 200 m^2 (20 x 10 m). Đồng thời xác định các thông số chiều cao vút ngọn (H_{vn}), đường kính gốc (D_o), đường kính tán (D_t) của các cây trong ô tiêu chuẩn. Thời điểm theo dõi được tiến hành vào tháng 4, 10/2021, tháng 5/2022 và tháng 5/2023.

- Phỏng vấn nhanh 30 người dân tham gia xây dựng mô hình và/hoặc khai thác thủy sản tại rừng ngập mặn thuộc xã Đất Mũi, huyện Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau về hiệu quả mô hình. Kết quả phỏng vấn ghi nhận dạng có/không hoặc số liệu cụ thể.

2.2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Sử dụng các phương pháp thống kê toán học trong sinh học với sự hỗ trợ của phần mềm Excel để xử lý số liệu, so sánh, đánh giá kết quả nghiên cứu.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tiêu chí đánh giá hiệu quả mô hình

Căn cứ vào mục đích, thiết kế mô hình, cơ sở dữ liệu hiện có, thời gian thực hiện của đề tài, chi phí, bộ tiêu chí theo dõi, đánh giá hiệu quả mô hình giải pháp mềm để bảo vệ bờ vùng cửa sông, ven biển bán đảo Cà Mau bao gồm các tiêu chí như sau:

3.1.1. Tỷ lệ sống của cây trồng

Tiêu chí về tỷ lệ sống của cây trồng trong mô hình được xác định thông qua đo, đếm các cây sống, chết.

3.1.2. Khả năng sinh trưởng, phát triển của cây trồng

Để đánh giá khả năng sinh trưởng, phát triển, tái sinh của của cây trồng trong mô hình, tiến hành đo, đếm các chỉ tiêu trên các ô tiêu chuẩn trùng để xác định tỷ lệ sống, chết của cây. Thời điểm theo dõi khoảng 6 tháng/lần với giai đoạn 1 năm đầu sau trồng, 12 tháng/lần ở thời điểm sau đó.

Tiến hành đo, đếm các chỉ tiêu về đường kính gốc (D_o), chiều cao vút ngọn (H_{vn}) và đường kính tán lớn nhất (D_t).

3.1.3. Hiệu quả kinh tế, môi trường

Hiệu quả kinh tế, môi trường được đánh giá qua giá trị sử dụng (trực tiếp, gián tiếp) và giá trị không sử dụng (giá trị chọn lựa, thông tin, tồn tại và giá trị trong tương lai).

Giá trị sử dụng trực tiếp được tính toán theo nghiên cứu của Sathirathai (1998) [1]. Giá trị sử dụng trực tiếp căn cứ vào bất cứ sản phẩm trực tiếp nào thu được từ khu vực mô hình mang lại giá trị kinh tế, sử dụng. Giá trị này được tính như sau:

Giá trị sử dụng trực tiếp = $\sum (P_iQ_i - C_i)$

Trong đó: P_i là giá trị của sản phẩm i; Q_i là tổng khối lượng của sản phẩm i; C_i là tổng chi phí để thu sản phẩm i.

Giá trị sử dụng gián tiếp trong nghiên cứu này có thể đánh giá về giá trị tích lũy các - bon. Tổng các-bon tích lũy (tấn/ha/năm) hàng năm của khu vực rừng ngập mặn nghiên cứu phụ thuộc vào thành phần loài cây, mật độ. Tuy nhiên, cần có các

nghiên cứu cụ thể, chuyên sâu để định lượng các-bon tích lũy hàng năm đối với từng mô hình cụ thể. Trong nghiên cứu này, giá trị tích lũy các-bon được ước tính căn cứ trên các nghiên cứu về giá trị tích lũy các-bon tại các trạng thái thảm thực vật tương tự. Cụ thể, nghiên cứu của Lê Tấn Lợi và Lý Hằng Ni (2015) [2] về khả năng tích lũy các-bon trong sinh khối và rễ của rừng ngập mặn Cồn Ông Trang tại huyện Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau đối với rừng mắm trắng từ 19,51 - 22,09 tấn C/ha. Lựa chọn giá trị thấp nhất đối với rừng mắm trắng cho nghiên cứu này là 19,51 tấnC/ha. Đồng thời, để cắt giảm một đơn vị các-bon, cần tiêu phí 15,67 USD/1 tấn các-bon [3].

Giá trị không sử dụng trong nghiên cứu này có thể ước tính bao gồm giá trị chọn lựa, giá trị để lại và giá trị tồn tại.

Giá trị chọn lựa là giá trị xã hội sẵn lòng chi trả để bảo vệ và bảo tồn tài nguyên. Giá trị này là những giá trị trong tương lai, như bảo tồn đa dạng sinh học, bảo tồn thiên nhiên. Ước tính giá trị này thông qua kết quả phỏng vấn 30 người dân có liên quan đến sinh kế tại khu vực xây dựng mô hình về mức sẵn lòng chi trả (từ 0 - 100.000 đồng) để bảo vệ, bảo tồn tài nguyên cho hiện tại và tương lai.

Giá trị tồn tại được ước tính trên tổng các nguồn vốn đầu tư trung bình trong và ngoài nước/năm tại khu vực cây trồng [4].

Công thức tính:

$FV = PV * (1+r)^n$

Trong đó:

PV là giá trị tiền tại năm đầu tư;

FV là giá trị tiền tại thời điểm tính toán giá trị tồn tại;

n là số năm quy đổi;

r là lãi suất năm (trung bình tính 7%/năm).

Tổng số vốn đầu tư trung bình trong 1 năm hay giá trị tồn tại của mô hình là:

$A=FV*\{r/[(1+r)^n-1]\}$

3.2. Đánh giá hiệu quả mô hình giải pháp mềm để bảo vệ bờ vùng cửa sông, ven biển bán đảo Cà Mau

3.2.1. Tỷ lệ sống của cây trồng

Bảng 1. Thông tin của một số dự án trồng rừng ngập mặn tại khu vực nghiên cứu

Tên chương trình/dự án	Loài cây trồng rừng	Diện tích trồng (ha)	Diện tích thành rừng (ha)	Diện tích mất (ha)	Nguyên nhân
327	Bần chua, đước	1.900	1.246	654	Xói lở, hà bám, kéo te
MILIEV	Bần chua, đước	145	73	72	Xói lở
CWPD	Bần, mắm biển, đước	1.085,67	737,21	348,46	Xói lở, cốt nền thấp
ACTMANG	Bần chua, đước	51	14,28	36,72	Cây rễ trần, kéo te, thể nền bùn loãng



Hình 1. Cây ngập mặn mới trồng tại huyện Trần Văn Thời, tỉnh Cà Mau bị sóng làm đổ cây, vỡ bầu



Hình 2. Cây ngập mặn mới trồng bị sóng biển cuốn trôi huyện Hòn Đất, tỉnh Kiên Giang



Hình 3. Cây ngập mặn mới trồng bị chết do trồng ở thể nền ngập sâu

Nguồn: Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 2021 [5]

Tỷ lệ sống của cây trồng trong mô hình này trên diện tích 2,5 ha tại thời điểm điều tra (ngày 23/5/2023) có tỷ lệ sống đạt 84,7%. Đây là tỷ lệ sống khá cao so với các dự án tương tự trồng rừng ngập mặn đã được thực hiện ở bán đảo Cà Mau (Bảng 3) do đã khắc phục, giảm thiểu được một số nguyên nhân gây chết cây như giảm sóng, gây bồi, tạo bãi, ổn định thể nền (Hình 1, 2, 3).

3.2.2. Khả năng sinh trưởng, phát triển của cây trồng

Mắm trắng mọc phổ biến ở các rừng sác, cửa sông, là cây tiên phong trên những bãi đất bồi và cố định những bãi này. Cây ưa sáng, sinh trưởng nhanh.

Các chỉ tiêu sinh trưởng trung bình của cây mắm trắng (Bảng 2).

Bảng 2. Tổng hợp các chỉ tiêu sinh trưởng trung bình của cây mắm trắng

STT	Thời gian kiểm tra	Tuổi cây (tháng)	D_o (cm)	H_{vn} (cm)	D_t (cm)
1	T4/2021	9	0,58	53,6	21,3
2	T10/2021	15	1,04	69,1	47,6
3	T5/2022	22	2,07	95,6	82,8
4	T5/2023	34	3,82	124,6	121,5

Kết quả bảng 2 cho thấy, các chỉ tiêu lâm học của cây mắm trắng tăng liên tục sau các lần điều tra. Đường kính gốc dao động từ 3 - 4 cm, trung bình đạt 3,82 cm; chiều cao vút ngọn H_{vn} dao động 109 - 131 cm, trung bình đạt 124,6 cm; đường kính tán D_t dao động 102 - 140 cm, trung bình đạt 121,5 cm.

Sinh trưởng cây mắm trắng tại mô hình (Hình 4, 5, 6).



Hình 4. Cây mắm trắng mới trồng (Tháng 4/2021)



Hình 5. Cây mắm trắng sau 6 tháng (Tháng 10/2021)



Hình 6. Cây mắm trắng sau 2 năm trồng (Tháng 5/2023)

So sánh với nghiên cứu của Đặng Công Bửu và Võ Ngươn Thảo (2011) [6] cho thấy, tăng trưởng đường kính của mắm trắng trung bình đạt 0,84 cm/năm; tăng trưởng chiều cao đạt 1,06 m/năm và có khuynh hướng tăng dần khi cây phát triển ở cấp kính lớn hơn, cấp kính 4 - 6 cm đạt 0,82 m/năm, cấp kính 8 - 10 cm đạt 1,29 m/năm. Có thể thấy, sinh trưởng của cây trong mô hình cao hơn mức trung bình về đường kính và kém hơn về mức chiều cao. Tuy nhiên, sinh trưởng của cây còn phụ thuộc vào đặc điểm lập địa khu vực nghiên cứu. Những khu vực có điều kiện khó khăn, xung quanh không có cây mắm trắng tái sinh thì việc so sánh sinh trưởng tại cùng một điều kiện lập địa là chưa khả thi trong nghiên cứu này.

3.2.3. Đánh giá hiệu quả kinh tế, môi trường của mô hình

3.2.3.1. Giá trị sử dụng trực tiếp

Giá trị sử dụng trực tiếp của mô hình giải pháp mềm để bảo vệ bờ vùng cửa sông, ven biển bán đảo Cà Mau, diện tích 2,5 ha, bao gồm: (1) Khai thác và nuôi trồng thủy sản. (2) Khai thác gỗ, củi đốt, dược liệu. Những giá trị trực tiếp này ở thời điểm hiện tại chưa thể định lượng một cách chính xác vì mô hình đang trong giai đoạn đầu triển khai, đang được bảo vệ, không khai thác dưới tán rừng. Do đó, trong nghiên cứu này sẽ không xem xét đến giá trị sử dụng trực tiếp.

3.2.3.2. Giá trị sử dụng gián tiếp

Lượng các-bon tích lũy trong sinh khối và rễ của rừng ngập mặn đối với cây mắm trắng trong nghiên cứu này ước tính 19,51 tấnC/ha [2]. Đồng thời, để cắt giảm một đơn vị mô hình trên diện tích 2,5 ha là: 19,51 * 2,5 * 15,67 = 764,304 đô la/ha/năm. (1 đô la = 23.470 đồng nên giá trị tích lũy các-bon từ mô hình là 17.938.221 đồng/năm).

3.2.3.3. Giá trị chọn lựa

Là giá trị xã hội sẵn lòng chi trả để bảo vệ và bảo tồn tài nguyên. Kết quả phỏng vấn 30 người dân về việc sẵn lòng chi trả cho quỹ bảo tồn tài nguyên nhằm duy trì, bảo vệ, chăm sóc được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Mức sẵn lòng chi trả của người dân cho hiện tại và tương lai

WTP (đồng)	Hiện tại		Tương lai	
	Số người	Tỷ lệ (%)	Số người	Tỷ lệ (%)
Không có ý kiến	2	6,7	3	10,0
-	2	6,7	1	3,3
10.000	4	13,3	4	13,3
20.000	4	13,3	4	13,3
30.000	4	13,3	5	16,7
40.000	3	10,0	3	10,0
50.000	6	20,0	5	16,7
60.000	1	3,3	2	6,7
70.000	2	6,7	1	3,3
80.000	1	3,3	1	3,3
90.000	0	0,0	0	0,0
100.000	1	3,3	1	3,3

Mức sẵn lòng chi trả của người dân trong mô hình là 86,7%. Trong đó, mức sẵn lòng chi trả được lựa chọn nhiều nhất là 50.000 đồng, chiếm 20,0%.

Giá trị chọn lựa trung bình ước đạt 34.667 đồng/năm/người. Giá trị chọn lựa cho mô hình = 34.667 đồng/năm/người; * Tổng số hộ dân trong vùng liên quan đến mô hình = 34.667 đồng/năm/người, (250 hộ = 8.666.667 đồng).

3.2.3.4. Giá trị để lại

Giá trị để lại là những giá trị trong tương lai như bảo tồn đa dạng sinh học, bảo tồn thiên nhiên. Do đó, nghiên cứu đã giả định hình thành quỹ bảo tồn tài nguyên nhằm duy trì, bảo vệ, chăm sóc kè sinh thái tại khu vực xây dựng mô hình trong tương lai. Kết quả phỏng vấn 30 người dân tại khu vực xây dựng mô hình được trình bày ở bảng 3.

Mức sẵn lòng chi trả cho bảo vệ rừng phòng hộ trong tương lai là 86,7% người dân được phỏng vấn. Trong đó, mức sẵn lòng chi trả được lựa chọn nhiều nhất là 30.000 và 50.000 đồng, đạt 16,7%.

Giá trị để lại trung bình được ước đạt 33.667 đồng/năm/người.

Giá trị để lại cho mô hình này = 33.667 đồng/năm/người; * tổng số hộ dân trong vùng nghiên cứu = 33.667 đồng/năm/người (250 hộ = 8.416.667 đồng).

3.2.3.5. Giá trị tồn tại

Giá trị tồn tại được xác định dựa trên tổng các nguồn vốn đầu tư trung bình trong và ngoài nước/năm kể từ khi mô hình được xây dựng. Đến thời điểm hiện tại chỉ có giá trị đầu tư chăm sóc và bảo vệ mô hình được triển khai, nghiên cứu.

Nguồn vốn đầu tư chăm sóc, bảo vệ mô hình là 5.427.000 đồng.

Giá trị tồn tại FV = $PV*(1 + r)^n$ = $5.427.000*(1 + 0,07)^2$ = 6.213.372 đồng.

Tổng số vốn đầu tư trung bình trong 1 năm hay giá trị tồn tại của mô hình là:

A = $FV*\{r/[(1 + r)^n - 1]\}$= $6.213.372 *\{0,07/[(1 + 0,07)^2-1]\}$ = 3.001.629 đồng.

Như vậy, có thể thấy hiệu quả kinh tế, môi trường của mô hình này trên diện tích 2,5 ha, bước đầu có thể ước tính, dự báo giá trị như sau (Bảng 4).

Bảng 4. Tổng hợp giá trị kinh tế, môi trường của mô hình

Giá trị	Giá trị (đồng/năm)	Tỉ lệ (%)
Giá trị sử dụng gián tiếp	17.938.221	47,2
Giá trị tích lũy các-bon	17.938.221	47,2
Giá trị không sử dụng	20.084.963	52,8
Giá trị chọn lựa	8.666.667	22,8
Giá trị để lại	8.416.667	22,1
Giá trị tồn tại	3.001.629	7,9
Tổng	38.023.184	100

Ngoài ra, mô hình còn có các hiệu quả về mặt xã hội như giải quyết việc làm tại địa phương trong quá trình trồng, chăm sóc và bảo vệ mô hình; nâng cao nhận thức cộng đồng trong việc bảo vệ rừng ngập mặn.

4. KẾT LUẬN

- Mô hình giải pháp mềm để bảo vệ bờ vùng cửa sông, ven biển bán đảo Cà Mau tại xã Đất Mũi, huyện Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau có diện tích trồng rừng ngập mặn 2,5 ha với loài cây trồng là mắm trắng cho thấy, cây mắm trắng sinh trưởng và phát triển tốt sau thời gian 2 năm triển khai.

- Mô hình xây dựng đảm bảo với yêu cầu trồng rừng ngập mặn theo hướng dẫn tại Quyết định 5365/QĐ-BNN-TCLN ngày 23/12/2016. Đánh giá hiệu quả mô hình gồm 3 tiêu chí là: (1) Tỷ lệ sống của cây. (2) Khả năng sinh trưởng, phát triển của cây. (3) Đạt hiệu quả về kinh tế, môi trường. Trong đó: (1) Tỷ lệ sống của cây mắm trắng đạt 84,7% (Sau 2 năm trồng). (2) Đường kính gốc trung bình đạt 3,82 cm; chiều cao vút ngọn H_{vn} đạt 124,6 cm; đường kính tán D_t đạt 121,5 cm. (3) Giá trị sử dụng gián tiếp ước tính 17.938.221 đồng/năm. Giá trị không sử dụng ước tính 20.084.963 đồng/năm.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này dựa trên kết quả của đề tài khoa học công nghệ cấp Quốc gia: "Nghiên cứu giải pháp mềm bảo vệ bờ vùng cửa sông, ven biển bán đảo Cà Mau", mã số: ĐTĐL.CN-49/18 do Bộ Khoa học và Công nghệ tài trợ kinh phí thực hiện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Sathirathai, S. (1998). Economic Valuation of Mangroves and the Roles of Local Communities in the Conservation of Natural Resources: Case Study of Surat Thani. South of Thailand. Economy and environment program for Southeast Asia, 60 pp.

2. Lê Tấn Lợi và Lý Hằng Ni (2015). Ảnh hưởng của cao trình đến khả năng tích lũy các-bon dưới mặt đất của rừng ngập mặn Cồn Ông Trang, huyện Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ*, số Chuyên đề Môi trường và Biến đổi khí hậu, 208 - 217.

3. Đỗ Hoàng Chung, Trần Quốc Hưng, Trần Đức Thiện (2010). Đánh giá nhanh lượng các bon tích lũy trên mặt đất của một số trạng thái thảm thực vật xã Tân Thái, huyện Đại Từ, Thái Nguyên. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, tháng 11 năm 2010: 38-43.

4. Trần Thị Thúy Hằng và Nguyễn Đức Thành (2013). Xác định giá trị kinh tế của rừng ngập mặn Rú Chá, xã Hương Phong, thị xã Hương Trà, tỉnh Thừa Thiên - Huế. *Tuyển tập Hội nghị khoa học trẻ Thủy sản*, Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh, tr. 521 - 527.

5. Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam (2021). Nghiên cứu giải pháp mềm bảo vệ bờ vùng cửa sông, ven biển bán đảo Cà Mau. Báo cáo tổng kết đề tài độc lập cấp Quốc gia, mã số: ĐTĐL.CN-49/18, 348 tr.

6. Đặng Công Bửu và Võ Ngươn Thảo (2011). Kết quả nghiên cứu đặc điểm sinh trưởng và các biện pháp kỹ thuật gây trồng rừng: Dà vôi (*Ceriop tagal* C.B. Robinson-1908), vẹt tách (*Bruguiera parviflora* Wight and Arnold ex Griffith-1936), Su mekong (*Xylocarpus mekongensis* Pierre-1897), mắm trắng (*Avicennia alba* Blume-1826) tại các tỉnh ven biển đồng bằng sông Cửu Long. Báo cáo hội thảo khoa học lâm nghiệp phía Nam năm 2011, 9 tr.

EVALUATING MODEL RESULTS OF SOFT SOLUTIONS TO PROTECT THE ESTUARY AND COASTAL AREAS OF THE CA MAU PENINSULA

Nguyen Nguyen Hang[1], Mai Trong Luan[1], Dang Ngoc Bich[1]

[1]*Institute of Econogy and Works protection*

Summary

The Ca Mau peninsula was facing the risk of landslides, the coastal mangrove ecosystem is affected, no longer ensuring the protection and ecological functions, affecting national security and social life. Therefore, it was necessary and urgent to propose a soft model which is environmentally friendly, low-cost to protect the banks of the estuaries and coastal areas of the Ca Mau peninsula. On the basis of cooperation between the Germany and the Government of Vietnam on socio-economic issues, especially in the field of science and technology, the Ministry of Science and Technology of Vietnam coordinated with the Federal Ministry of Education and Research (BMBF) to develop the program "Integrated solutions for the sustainable development of the Mekong Delta - Land, Water, Energy and Climate" (ViWaT), subject "Study on soft solutions for coastal protection in the estuary and coastal areas of Ca Mau peninsula" was implemented. The project was carried out during the period from December 2018 to October 2021, and a model of soft solutions applied since April 2018 in Dat Mui commune, Ngoc Hien district, Ca Mau province. The model of soft solutions in Dat Mui commune, Ngoc Hien district, Ca Mau province had 2.5 ha of new plants (*Avicennia alba*), 2.500 trees/ha density; 500 m soft wall was a bamboo fence with reinforced concrete piles built to reduce waves, increase the effect of accretion to facilitate the growth and development of *Avicennia alba*. The article is written based on the results of model monitoring, from which preliminary assessment results of application and effectiveness after two years of model building. The initial efficiency of the model is good growth and development of plants, and estimating the economic and environmental values about 38,023,184 VND/year.

Keywords: *Soft solution, model effect, estuary area, coastal area, Ca Mau peninsula, Ca Mau province.*

Người phản biện: PGS.TS. Dương Văn Viện

Ngày nhận bài: 20/7/2023

Ngày thông qua phản biện: 21/8/2023

Ngày duyệt đăng: 28/8/2023

MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP HỢP LÝ VÀ CÔNG NGHỆ THÍCH HỢP PHÒNG CHỐNG XÓI LỞ, ỔN ĐỊNH BỜ BIỂN ĐOẠN TỪ SÓC TRĂNG ĐẾN MŨI CÀ MAU

Lê Thanh Chương[1,*], Nguyễn Bình Dương[1], Phạm Văn Hiệp[1], Nguyễn Đức Hùng[1], Lương Thanh Tùng[1], Nguyễn Công Phong[1]

TÓM TẮT

Tình trạng xói lở bãi và sạt lở bờ biển đã và đang diễn ra khá phổ biến ở nhiều khu vực vùng ven biển các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), trong đó vùng ven biển thuộc bán đảo Cà Mau (BĐCM) là một trong những khu vực có tình trạng xói lở khá nghiêm trọng. Chính vì vậy "*Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định bờ biển đoạn từ Sóc Trăng đến mũi Cà Mau*" được triển khai thực hiện nhằm đề xuất giải pháp tổng thể và phù hợp cho việc chống xói lở ổn định bờ biển đoạn từ Sóc Trăng đến mũi Cà Mau. Nghiên cứu đã kế thừa hầu hết các kết quả nghiên cứu trong và ngoài nước đến giai đoạn hiện nay, áp dụng các công nghệ mới trong lĩnh vực GIS-viễn thám, mô hình vật lý, mô hình toán, đã tổng hợp số liệu thực đo trong nước cũng như các số liệu tái phân tích (reanalysis) toàn cầu để đánh giá phân tích nguyên nhân cơ chế xói lở, dự báo các điều kiện sóng triều bất lợi nhất, thiết kế lựa chọn công nghệ - kết cấu thích hợp nhất và đưa ra quy hoạch giải pháp tổng hợp hệ thống công trình cho toàn vùng nghiên cứu từ Vĩnh Châu - Sóc Trăng đến mũi Cà Mau nhằm đối phó với thực trạng sạt lở bờ biển hiện nay.

Từ khóa: *Xói lở bờ biển, thủy động lực, hình thái, bán đảo Cà Mau.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây việc các nước thượng nguồn xây dựng các đập trên dòng Mekong khiến cho lượng bùn cát đến vùng này càng bị giảm sút. Vùng bờ biển nghiên cứu có hướng đường bờ mở, vuông góc với hướng sóng đến (hướng sóng trong mùa gió Đông Bắc), tác động của sóng vào bờ là rất lớn. Ngoài ra, ở vùng mũi Cà Mau là nơi giao thoa của hai chế độ triều của biển Đông và biển Tây nên chế độ sóng, dòng chảy ở vùng này khá phức tạp. Bên cạnh những diễn biến bất lợi nêu trên cùng với những tác động tiêu cực của sự thay đổi khí hậu đã khiến cho nhiều đoạn bờ biển trước đây được bồi tụ hoặc ít bị xói lở thì hiện nay lại bị xâm thực mạnh.

Để khắc phục, giảm nhẹ thiệt hại do tình trạng xói lở bờ biển gây ra, đã có nhiều nghiên cứu và giải pháp công nghệ được đề xuất và triển khai thực hiện. Các giải pháp công nghệ chống xói lở áp dụng vào thực tế đã phần nào phát huy được tác dụng tốt, bảo vệ tính mạng, tài sản và các công trình cơ sở hạ tầng của Nhà nước và nhân dân vùng ven biển. Tuy nhiên, bên cạnh đó vẫn còn có những công trình được thực hiện nhưng chưa đạt được hiệu quả mong muốn, chưa đáp ứng được yêu cầu nhất là trong điều kiện tự nhiên, điều kiện kinh tế - xã hội đang có những sự thay đổi mạnh mẽ.

Chính vì vậy "*Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định bờ biển đoạn từ Sóc Trăng đến mũi Cà Mau"* đã được thực hiện.

[1] Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam
[*] Email: chuong33n@gmail.com

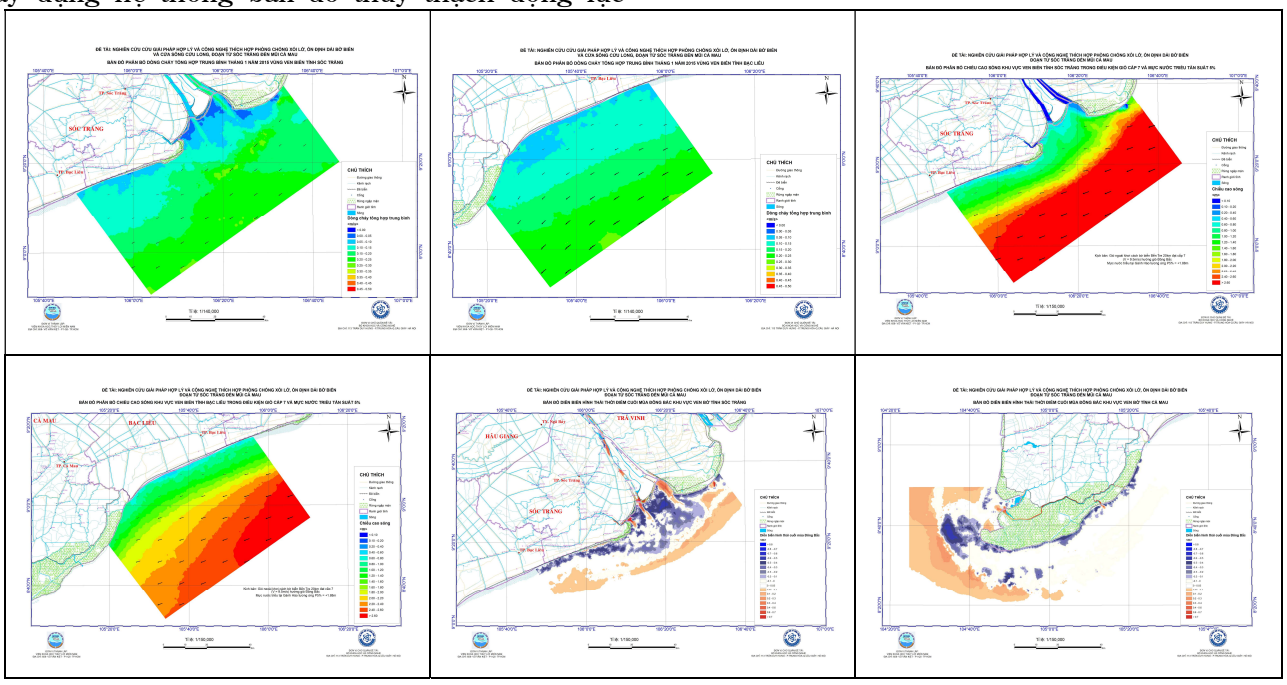


Hình 1. Vị trí và phạm vi nghiên cứu [1]

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Xây dựng bản đồ thủy thạch động lực vùng nghiên cứu

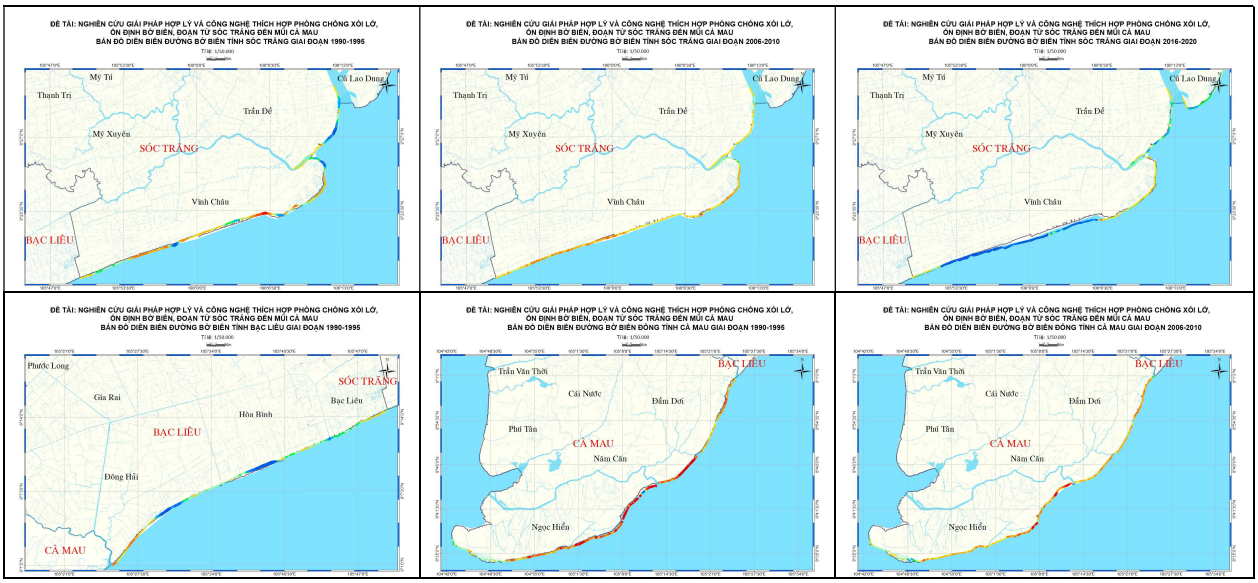
Cùng với các công cụ GIS, mô hình toán, đã xây dựng hệ thống bản đồ thủy thạch động lực (Hình 2). Các bản đồ có độ chính xác và tin cậy cao có thể làm dữ liệu đầu vào để phân tích dự báo xu thế biến động hình thái vùng bồi tụ ven biển và đề xuất các giải pháp khoa học công nghệ (KHCN) cho khu vực nghiên cứu.



Hình 2. Một số bản đồ trong cơ sở dữ liệu bản đồ thủy thạch động lực phục vụ nghiên cứu [2]

2.2. Xây dựng bản đồ biến động đường bờ biển và rừng ngập mặn

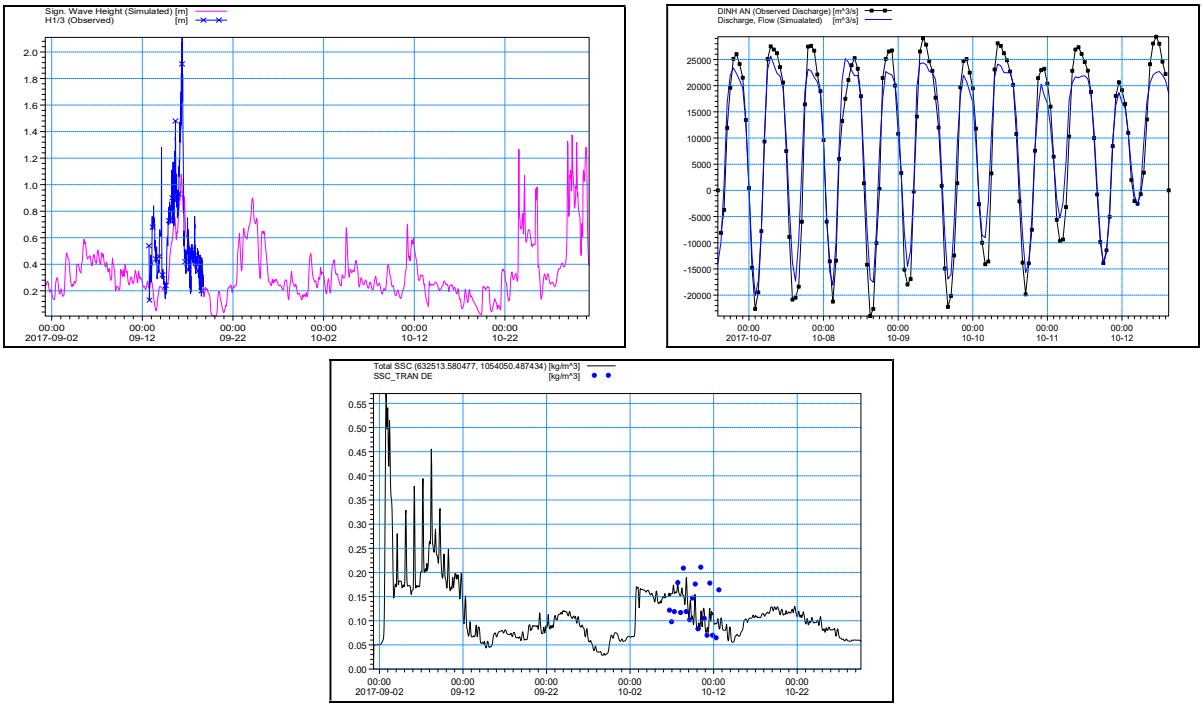
Nghiên cứu cũng đã thực hiện một khối lượng lớn công tác thu thập và phân tích ảnh viễn thám tổng hợp từ các nguồn như Google Earth, USGS, EOSDA, Copernicus data space ecosystem, sentinel Hub, NASA EOSDIS,…. bằng công nghệ DSAS. Từ kết quả phân tích viễn thám, nghiên cứu đã xây dựng CSDL bản đồ (tỷ lệ 1/25.000 - 1/50.000) thể hiện được diễn biến đường bờ và sự thay đổi diện tích rừng ngập mặn. Các bản đồ biến động đường bờ đã hỗ trợ phân tích trên phạm vi vĩ mô thực trạng xói lở vùng nghiên cứu hơn 30 năm trở lại đây và hỗ trợ kiểm định kết quả tính toán hình thái của các mô hình toán (Hình 3).



Hình 3. Một số bản đồ biến động đường bờ các phân vùng nghiên cứu [3]

2.3. Nghiên cứu nguyên nhân, cơ chế xói lở bờ biển vùng nghiên cứu bằng mô hình toán [1, 4]

2.3.1. Mô phỏng diễn biến xói lở vùng nghiên cứu

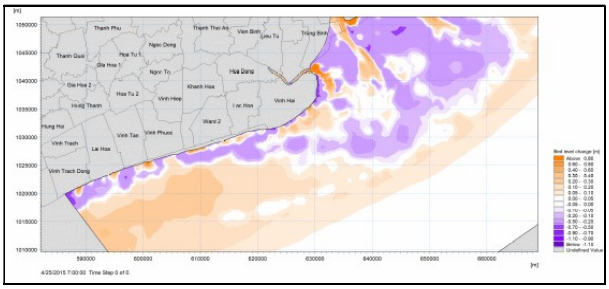


Hình 4. Một số kết quả hiệu chỉnh kiểm sóng, lưu lượng và bùn cát lở lửng [1, 4]

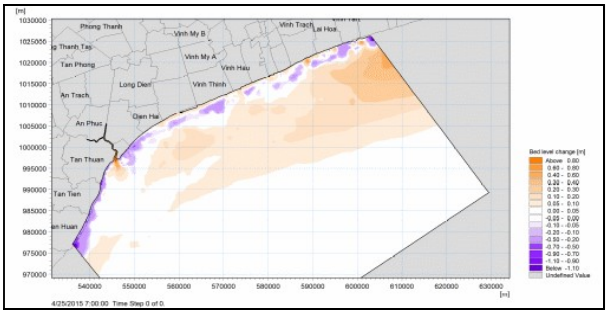
Để mô phỏng sự tương tác giữa các quá trình phức tạp như dòng chảy do triều - lũ, sóng do gió, dòng bùn cát, Nghiên cứu đã xây dựng hệ thống mô hình từ quy mô toàn biển Đông cho đến từng phân vùng mục tiêu nghiên cứu chi tiết của đề tài.

Các mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định với độ chính xác và tin cậy khá cao. Các mô hình phạm vi lớn có nhiệm vụ cung cấp điều kiện biên cho các mô hình nhỏ hơn. Các kịch bản tính toán bao gồm: 1) Kịch bản nền (KBN): Năm được lựa chọn là 5/2014 - 4/2015 là giai đoạn bắt đầu từ đầu mùa gió Tây Nam và kết thúc vào cuối mùa gió Đông Bắc. Giai đoạn này được chọn vì có đặc trưng lũ, triều, sóng, gió trung bình và có tính đại diện cho về mặt khí hậu-thủy hải văn cho nhiều năm; 2) (BĐTN) - Kịch bản biến đổi thượng nguồn, khi các đập ở thượng nguồn được xây dựng. Kịch bản này được tính toán nhằm đánh giá

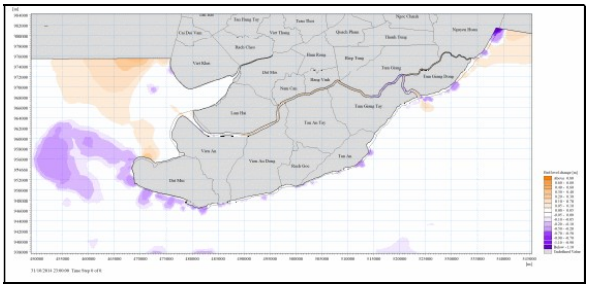
tác động khi các đập thượng nguồn làm giảm lượng bùn cát sông Mê-kong cung cấp cho vùng ven biển; 3) Khai thác cát - Kịch bản có tác động của khai thác cát khi địa hình tại các mỏ cát thay đổi theo hướng hạ thấp về đến chiều sâu các quy hoạch cho phép; 4) Lún sụt – Kịch bản có tính đến tác động của các dự báo lún sụt trong tương lai.



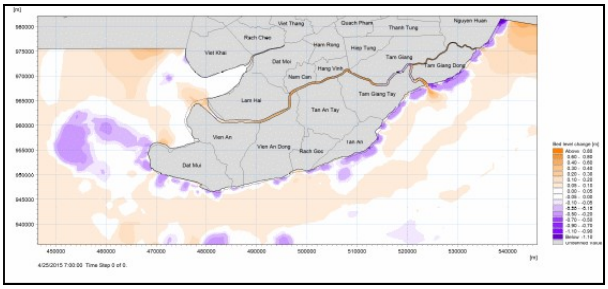
Xói lở ven biển phân vùng Sóc Trăng



Xói lở ven biển phân vùng Bạc Liêu



Xói lở ven biển phân vùng Cà Mau cuối mùa gió Tây Nam



Xói lở ven biển phân vùng Cà Mau cuối mùa gió Đông Bắc

Hình 5. Biến động hình thái các phân vùng nghiên cứu (KBN) [1, 4]

Từ kết quả mô phỏng hình thái, khối lượng và chiều sâu xói bồi theo các kịch bản được tính toán cho các phạm vi từ 100 m đến 15 km từ bờ trở ra. Các kết quả tính toán cũng cho thấy, hiện tượng xói lở các phân vùng nghiên cứu chủ yếu diễn ra vào mùa gió Đông Bắc, vào mùa gió Tây Nam chủ yếu xảy ra hiện tượng bồi lắng hoặc ít có sự thay đổi.

Bảng 1. Khối lượng và chiều sâu xói bồi ven biển các phân vùng nghiên cứu (KBN) [1, 4]

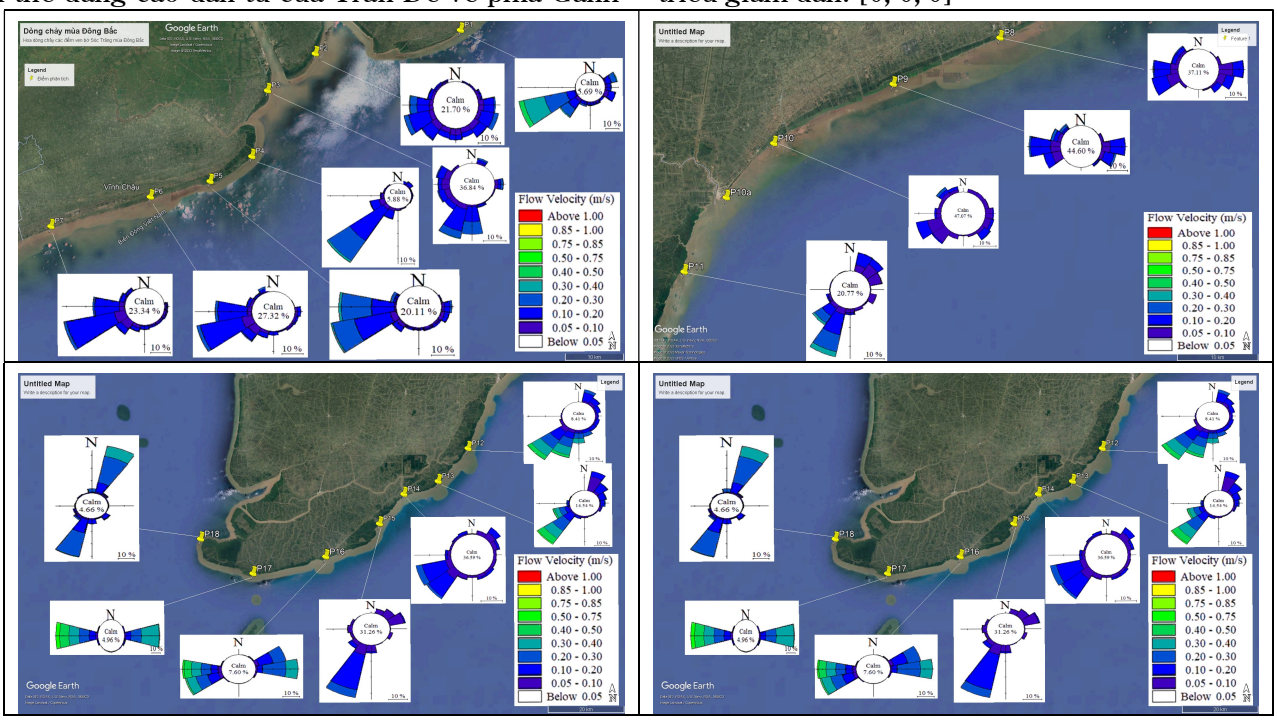
STT	Phạm vi cách bờ	Phân vùng Sóc Trăng		Phân vùng Bạc Liêu		Phân vùng Cà Mau	
		V_{net} xói bồi (10^6 m^3)	H_{net} xói bồi (m)	V_{net} xói bồi (10^6 m^3)	H_{net} xói bồi (m)	V_{net} xói bồi (10^6 m^3)	H_{net} xói bồi (m)
1	Phạm vi 100 m	-0,73	-0,14	-0,5	-0,06	-1,14	-0,12
2	Phạm vi 200 m	-1,20	-0,12	-1,12	-0,06	-2,54	-0,14
3	Phạm vi 300 m	-1,54	-0,10	-1,87	-0,07	-4,11	-0,15
4	Phạm vi 500 m	-2,16	-0,08	-3,27	-0,07	-7,74	-0,17

Ghi chú: dấu -: khu vực bị xói; dấu +: khu vực bị bồi.

2.3.2. Phân tích đánh giá tác động của dòng chảy [1, 4, 5]

Dòng chảy vùng nghiên cứu chịu sự chi phối của triều biển Đông với chế độ triều được phân loại là bán nhật triều không đều. Chế độ mực nước và vận tốc dòng chảy tại các khu vực ven phía Đông BĐCM bị chi phối bởi các thành phần: (i) triều thiên văn biển Đông, (ii) nước dâng/rút do gió mùa, (iii) phía khu vực ven biển Vĩnh Hải-Sóc Trăng phần nào chịu tác động của dòng chảy trên sông Cửu Long, đặc biệt là vào mùa mưa lũ. Theo số liệu quan trắc cũng như kết quả tính toán của mô hình, biên độ triều trong vùng nghiên cứu khá

lớn, từ 3,0 - 4,0 m trong thời kỳ triều cường và từ 1,5 - 2,0 m trong thời kỳ triều kém. Mực nước có xu thế dâng cao dần từ cửa Trần Đề về phía Gành Hào, Bạc Liêu trong khi biên độ triều giảm dần. Từ Gành Hào về đến mũi Cà Mau, biên độ và đỉnh triều giảm dần. [0, 0, 0]



Hình 6. Hoa dòng chảy đặc trưng mùa Tây Nam và Đông Bắc một số điểm ven bờ các phân vùng [1, 4, 5]

Để phân tích chế độ dòng chảy, nghiên cứu tiến hành tính toán thành lập các bảng tần suất dòng chảy từ các chuỗi số liệu mô phỏng tại các điểm nói trên, vẽ các biểu đồ hoa dòng chảy, biểu đồ lưu tốc dòng chảy, trường dòng chảy theo thời đoạn và so sánh vận tốc dòng với giá trị vận tốc không xói cho phép của trầm tích trong khu vực được xác định qua thông số đường kính hạt D_{50} các mẫu bùn cát đáy ven bờ vùng nghiên cứu (Bảng 2).

Bảng 2. Vận tốc không xói cho phép các vùng ven bờ dựa trên số liệu đường kính hạt D_{50} [1, 4, 5]

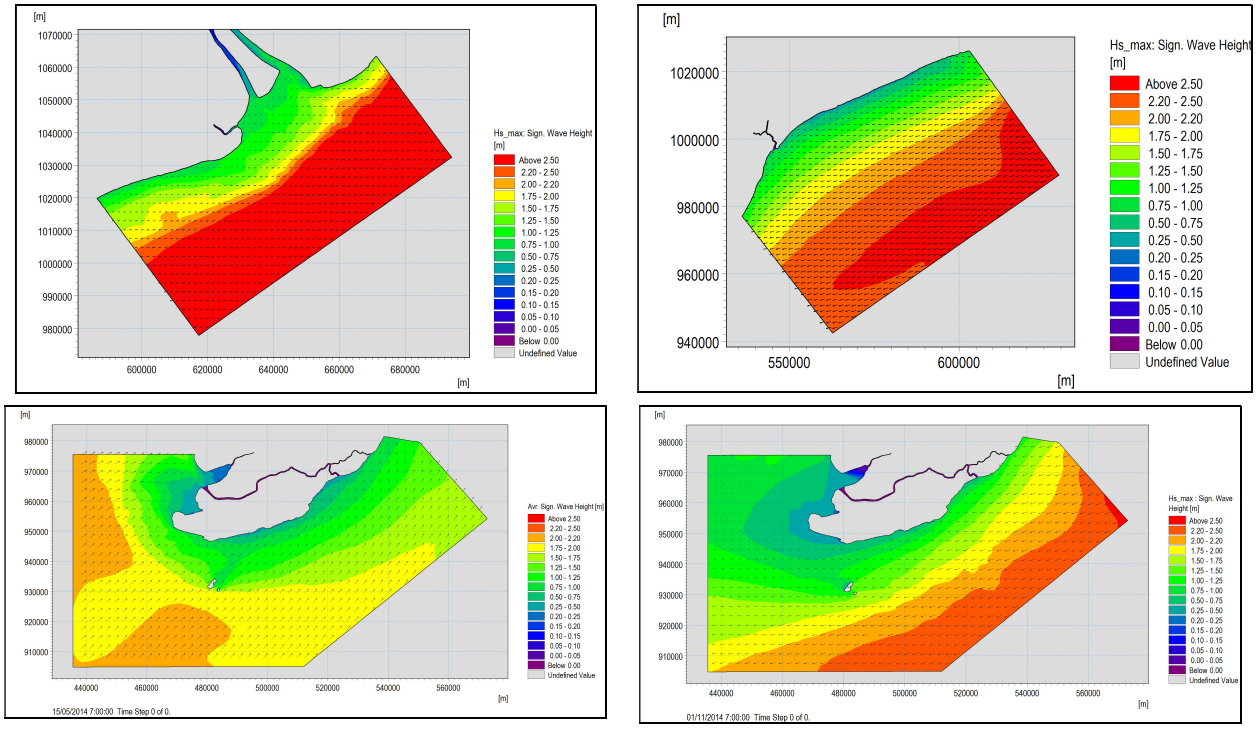
Vị trí	Tọa độ		D50	(f/s)	V_{tt} (m/s)	V_{kgxoi} (m/s)
	X	Y				
Ven biển Vĩnh Châu - Sóc Trăng	630679	1036681	0,0045	3,591	1,095	1,015
	623753	1031109	0,0337	1,403	0,428	0,868
	615580	1029295	0,0070	2,927	0,892	0,981
Ven biển Bạc Liêu	583322	1017533	0,0211	1,746	0,532	0,900
	573312	1012720	0,0755	0,963	0,293	0,815
	562392	1008090	0,1504	0,698	0,213	0,773
Ven biển Đầm Dơi - Cà Mau	543969	994761	0,0013	6,395	1,949	1,118
	540937	986685	0,0026	4,610	1,405	1,058
	537606	978986	0,0204	1,773	0,541	0,903
Ven biển Năm Căn - Cà Mau	533234	973730	0,0914	0,881	0,268	0,803
Ven biển Ngọc Hiển - Cà Mau	521762	966834	0,1694	0,660	0,201	0,766
	515304	960275	0,0027	4,603	1,403	1,058
	508357	953242	0,1118	0,802	0,244	0,791

Các thống kê dạng hoa dòng chảy ven bờ cũng như phân bố trường vận tốc thời điểm triều lên cũng như triều xuống cho thấy, vận tốc dòng vượt vận tốc không xói của hầu hết các loại hạt bùn cát đáy chỉ diễn ra ở vùng luồng cửa sông Định An và Trần Đề. Tại vùng ven bờ biển Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, vận tốc dòng chỉ đạt 0,4 - 0,5 m/s hầu hết các vị trí. Do đó, dòng tổng hợp không phải nguyên nhân dẫn đến xói lở bờ biển.

2.2.3. Tác động của sóng [1, 4 , 5]

Các mô phỏng và phân tích kết quả mô hình toán cho thấy, tác động chủ yếu gây xói lở bờ, cũng như gây ra dòng chảy hoàn lưu ven biển vận chuyển bùn cát dọc bờ là sóng theo khí hậu gió mùa. Chế độ khí hậu gió mùa, với hai mùa gió chính là mùa gió Đông Bắc và Tây Nam, gây ra các tác động trực tiếp cũng như gián tiếp đến chu trình xói lở, bồi tụ bờ biển khu vực từ Sóc Trăng đến mũi Cà Mau.

Bờ biển đoạn từ cửa sông Trần Đề đến giáp ranh với tỉnh Bạc Liêu, là đoạn bờ thường xảy ra tình trạng xói bồi xen kẽ tùy theo mùa gió. Trong vùng này, hàng năm được bổ sung một lượng phù sa từ phía các cửa sông Cửu Long tải về. Trong mùa gió Tây Nam (mùa lũ) lượng bùn cát từ các cửa sông Định An (12 triệu tấn), cửa Trần Đề (3,7 triệu tấn) đổ ra phía biển và gây bồi lắng tại các cửa luồng lạch ở khu vực này, động lực phân bố bùn cát chủ yếu là do dòng chảy lũ và dòng triều, tác động của sóng trong mùa này là không đáng kể. Về mùa Đông Bắc nguồn bùn cát từ thượng nguồn đổ ra hầu như không còn, tác động của sóng trong mùa này nổi trội, lực xung kích của sóng đào xới bùn cát đã lắng đọng (làm bùn cát tái lơ lửng) và vận chuyển bùn cát đi. Cơ chế để đào xới bùn cát đáy là các lực ứng suất do quá trình sóng vỡ (wave breaking) và sóng biến dạng do nước nông (wave shoaling). Cơ chế để vận chuyển bùn cát đi là do tác động của dòng dư do gió có hướng từ Bắc xuống phía Nam. Các khu vực xói lở mạnh gồm: Vĩnh Hải, Lai Hòa, Vĩnh Tân thuộc huyện Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng [1, 4].

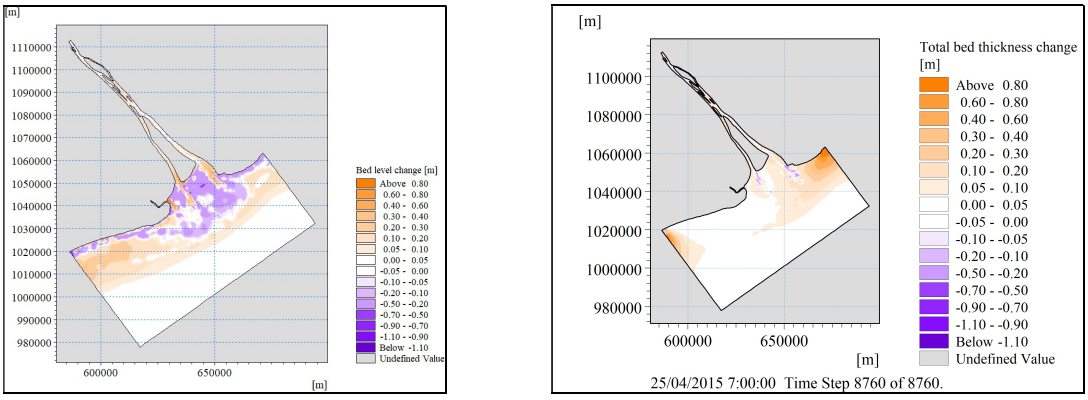


Hình 7. Chiều cao sóng và hướng sóng chủ đạo các mùa Tây Nam và Đông Bắc các phân vùng [1, 4]

Khu vực bờ biển tỉnh Bạc Liêu đoạn từ giáp ranh tỉnh Sóc Trăng đến cửa sông Gành Hào, là khu vực có xu thế xói lở bờ chiếm ưu thế. Chế độ vận chuyển bùn cát và biến đổi hình thái ven biển khu vực này chủ yếu chịu sự chi phối các yếu tố sóng, dòng chảy ven bờ, dòng triều và dòng hải lưu. Lượng bùn cát từ các cửa sông Cửu Long gần như không đóng góp nhiều đến quá trình diễn biến xói bồi ở vùng này. Trong mùa gió Tây Nam vùng bờ biển Bạc Liêu ít có sự thay đổi hình thái.

Trong mùa Đông Bắc, tác động của sóng và dòng dư do gió đã làm cho hình thái dải ven biển tỉnh Bạc Liêu thay đổi phức tạp, tình trạng xói bồi xảy ra xen kẽ. Đặc biệt, tại những khu vực có hướng bờ bất lợi với hướng sóng chủ đạo trong mùa Đông Bắc thường xảy ra tình xói lở mạnh như khu vực Nhà Mát, Gành Hào [1, 4].

Khu vực bờ biển phía Đông tỉnh Cà Mau đoạn từ cửa sông Gành Hào đến mũi Cà Mau, là khu vực có sự giao thoa giữa hai chế độ triều khác nhau giữa biển Đông và biển Tây. Khác với 2 phân vùng trên, hình thái trong khu vực bờ biển đông Cà Mau chịu sự chi phối chế độ sóng trong cả mùa gió Đông Bắc lẫn mùa gió Tây Nam, nhất là đoạn từ cửa Rạch Gốc đến mũi Cà Mau. Trong mùa gió Tây Nam, sóng theo hướng Tây Nam-Đông Bắc tác động đáng kể đến hình thái các đoạn từ Rạch Gốc đến mũi Cà Mau. Đặc biệt, tại thềm nông mũi Cà Mau, sóng đào xới khối lượng bùn cát hàng trục triệu m^3 trong mùa Tây Nam. Sang mùa Đông Bắc, sóng với chiều cao lớn và với hướng Đông Bắc - Tây Nam gây xói lở mạnh vùng ven bờ từ Tân Thuận (Đầm Dơi) cho đến Rạch Gốc (Ngọc Hiển). Các cơ chế như sóng vỡ (wave breaking), sóng nước nông (wave shoaling) gây đào xói nguồn bùn cát tại chỗ và dòng dư do sóng (residual flow) từ vùng Bạc Liêu mang một khối lượng lớn bùn cát xuống. Hai nguồn bùn cát này tạo dòng vận chuyển bùn cát với tải lượng rất lớn từ phía biển Đông sang biển Tây và gây một bức tranh biến động hình thái vô cùng phức tạp vào cuối mùa gió Đông Bắc [1, 4].



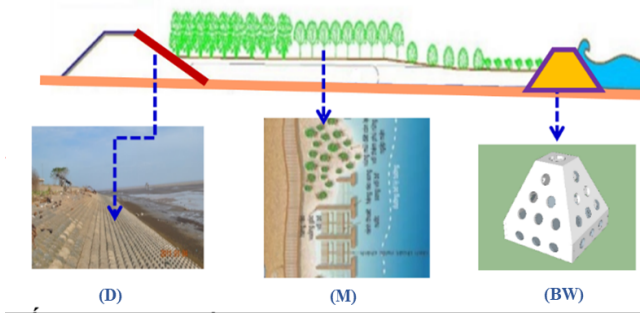
Hình 8. Xói lở cuối mùa Đông Bắc trong điều kiện tính toán có và không có tác động của sóng do gió[1, 4]

2.4. Nghiên cứu, phân tích, đánh giá và đề xuất giải pháp chống xói lở [1, 6, 7, 8]

Quy hoạch thiết kế hệ thống công trình bảo vệ bãi cho toàn vùng nghiên cứu

Trên cơ sở nghiên cứu đánh giá hiện trạng xói bồi, hiện trạng các công trình chống xói bồi đã xây dựng, phân tích nguyên nhân xói bồi, xác định các đoạn bờ biển cần có công trình giảm sóng gây bồi, nghiên cứu đã tiến hành thiết kế và đề xuất hệ thống công trình chỉnh trị bờ biển tổng thể cho toàn vùng mục tiêu nghiên cứu. Giải pháp bảo vệ bờ biển là sự kết hợp của các loại giải pháp sau:

- *Loại 1:* là loại công trình giảm sóng (BW) gây bồi bảo vệ các đoạn đê biển không còn rừng và những đoạn rừng ngập mặn đang bị đe dọa dưới tác động của sóng và dòng chảy ven bờ, làm cho dải rừng ngập mặn còn lại đang bị thu hẹp dần. Các giải pháp cứng là các mỏ hàn, đê phá sóng để ổn định bãi, gây bồi bùn cát bảo vệ chân đê [6 - 8].
- *Loại 2:* là kè biển (D) xây dựng ở các đoạn cần thiết phải được bảo vệ do rừng phòng hộ còn quá mỏng, đê có nguy cơ bị phá hủy [6 - 8].
- *Loại 3:* Trồng rừng ngập mặn (M) ở các vị trí bồi vùng cửa sông [6, 7, 8].



Hình 9. Giải pháp bảo vệ bờ biển cho ĐBSCL [6 - 8]

Trên cơ sở phân tích đánh giá hiệu quả các công trình đã thực hiện, kết quả phân tích hiệu quả của các phương án công trình chống xói lở ổn định bờ biển trên mô hình toán, nghiên cứu đã đề xuất giải pháp bảo vệ bờ biển cho 14 khu vực trọng điểm vùng nghiên cứu. Nghiên cứu sau đây trình bày kết quả đề xuất bố trí giải pháp tổng thể ở 3 tỉnh ven biển thuộc phạm vi nghiên cứu [8]. Kết quả nghiên cứu đề xuất giải pháp tổng thể bảo vệ đê biển cho từng phân vùng Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau được đề xuất với mặt bằng tổng thể được bố trí ở hình 10 [8].



Hình 10. Bố trí hệ thống công trình tổng thể bảo vệ bờ biển các phân vùng Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau [8]

2.5. Xây dựng công trình thử nghiệm

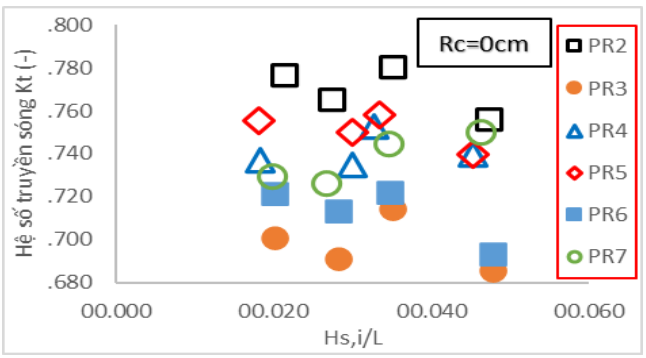
2.5.1. Nghiên cứu lựa chọn giải pháp kết cấu công trình thử nghiệm bằng mô hình vật lý [9 - 11]

Kết cấu được lựa chọn thiết kế là dạng cấu kiện bê tông đúc sẵn TC2 hình chóp tứ giác cụt với các mặt bên được bố trí lỗ rỗng, kích thước lỗ rỗng được xem xét theo kết quả nghiên cứu dựa trên thí nghiệm mô hình vật lý [9, 11]. Để đánh giá hiệu quả giảm sóng qua lỗ rỗng, cấu kiện đã được thí nghiệm tại Phòng thí nghiệm trọng điểm viện Khoa học Thủy lợi miền Nam. Việc tính toán kích thước và bố trí lỗ rỗng hợp lý làm tăng độ ổn định, tăng khả năng tiêu tán năng lượng sóng của cấu kiện và đồng thời giúp giảm thiểu tối đa sóng phản xạ gây xói chân công trình, nhưng vẫn đảm bảo sự lưu thông, trao đổi bùn cát giữa môi trường nước phía trước và sau công trình [9 - 11].



Hình 11. Máng sóng thí nghiệm của Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam [9, 10]





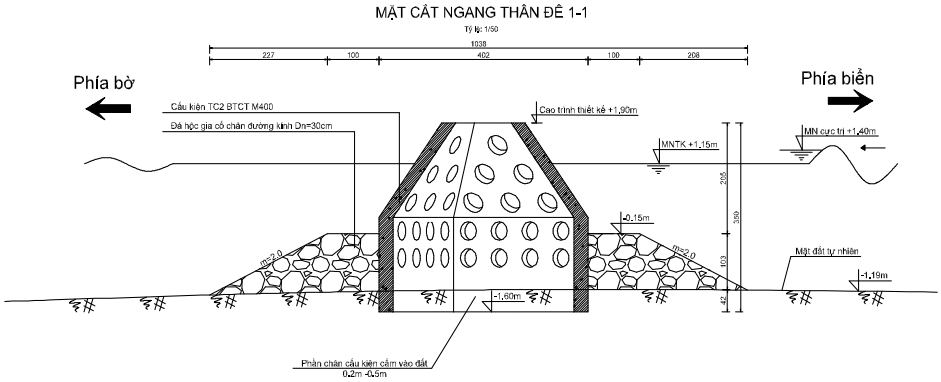
Hình 12. Mô hình cấu kiện thí nghiệm trong máng sóng [9, 11] và hệ số truyền sóng trong các điều kiện mực nước khác nhau

Chuỗi thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của độ rỗng bề mặt, chiều cao lưu không đỉnh đê và sự chi phối của các tham số sóng đến hiệu quả giảm sóng, các hệ số sóng phản xạ và hệ số tiêu tán năng lượng của kết cấu giảm sóng hình chóp tứ giác cụt đã được thực hiện trên mô hình vật lý 2D của Phòng thí nghiệm Thủy động lực của Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam. Từ đó, xác định được kích thước hợp lý cho cấu kiện được sử dụng cho nghiên cứu này với độ rỗng bề mặt phía biển là 17,6% và độ rỗng bề mặt phía bờ là 12,0% [9, 11].

So với các dạng kết cấu truyền thống trước đây thì kết cấu hình chóp tứ giác cụt có ưu điểm rõ ràng về hấp thụ sóng phản xạ trước công trình và khả năng đổi hướng sóng tương tác với công trình khiến cho các con sóng đến tự triệt tiêu lẫn nhau trước khi truyền vào bờ. Hệ số sóng phản xạ luôn ở mức nhỏ hơn 0,3 nhỏ hơn rất nhiều so với loại đê đá đổ, đê dạng trơn hay đê tường đứng.

2.5.2. Thiết kế và xây dựng công trình thử nghiệm [1, 8, 12]

Công trình được thiết kế với các thông số được tính toán bao gồm: Cao trình đỉnh đê thi công: +2,12 m; Cao trình đỉnh đê thiết kế (sau lún): +1,90 m; Cao trình đá đổ thân đê: -0,15 m; Đá đổ bảo vệ chân có bề rộng khoảng 3,0 m thay đổi tùy theo mặt cắt hình dạng kết cấu đê, với mái đá đổ m=2.



Hình 13. Mặt cắt đại diện công trình [1, 12]





Hình 14. Quá trình, đúc, vận chuyển, lắp đặt cấu kiện [12]

Công tác chế tạo các cấu kiện được thực hiện trong nhà máy, cấu kiện được sản xuất từ bê tông mác cao, tuân thủ đúng các quy định, tiêu chuẩn hiện hành trong quản lý chất lượng. Sau khi hoàn thành công tác chế tạo, các cấu kiện được vận chuyển đến hiện trường bằng các xà lan. Sau đó sử dụng cần cẩu 35 - 50 tấn đặt trên sà lan để lắp đặt cấu kiện. Quá trình đúc cấu kiện trong nhà máy và vận chuyển đến vị trí công trình được thể hiện như hình 14 [8, 12].

2.5.3. Hiệu quả bước đầu của công trình thử nghiệm [1, 12]

Công trình thử nghiệm chống xói lở bảo vệ bờ biển khu vực ấp Khai Long, xã Đất Mũi, huyện Ngọc Hiển sau khi hoàn thành và đưa vào sử dụng được 3 tháng bước đầu đã mang lại hiệu quả giảm sóng, gây bồi.

Theo kết quả đo đạc cho thấy, chiều cao sóng trước công trình có tần suất xuất hiện nhiều nhất trong khoảng 0,15 - 0,25 m, giá trị độ cao sóng cực

đại (H_{max}) lớn nhất ghi nhận vào khoảng 0,46 m, giá trị trung bình H_{max} xấp xỉ 0,23 m. Phía sau công trình, giá trị độ cao sóng đo được nằm trong khoảng (H_{max} = 0,05 - 0,15 m), giá trị trung bình H_{max} là 0,1 m, so với giá trị độ cao sóng trung bình H_{max} đo được tại trạm phía trước công trình, cho thấy mức độ giảm sóng trung bình vào khoảng 56%.



Hình 15. Hiệu quả giảm sóng gây bồi của công trình sau khi được hoàn thiện [12]

Kết quả phân tích các giá trị thống kê về các tham số sóng hệ số truyền sóng (Kt) qua công trình dao động chủ yếu trong khoảng 0,3 - 0,6, tương ứng với hiệu quả giảm sóng của công trình từ 40 - 70%. Công trình làm việc chủ yếu trong điều kiện nổi. Các biểu đồ phân tích mật độ năng lượng sóng cho thấy, sóng sau khi truyền qua công trình năng lượng sóng bị suy giảm trên 67%.

3. KẾT LUẬN

Sau thời gian thực hiện, với cách tiếp cận từ tổng thể đến chi tiết, kế thừa các kết quả nghiên cứu trước đây, sử dụng phương pháp phân tích đánh giá kết quả điều tra khảo sát thực tế, phân tích giải đoán ảnh viễn thám, ứng dụng các mô hình toán, mô hình vật lý kết hợp với sự tham gia của các chuyên gia trong và ngoài nước, nghiên cứu đã hoàn thành các nội dung và mục tiêu đề ra. Các sản phẩm có giá trị khoa học và có tính ứng dụng thực tiễn.

Từ các kết quả phân tích về xu thế diễn biến xói lở bồi tụ, các nguyên nhân và tác động chính đến quá trình xói lở bồi tụ trong nghiên cứu này, có thể đi đến kết luận rằng giải pháp tối ưu để bảo vệ bờ biển những khu vực bị sạt lở ven biển vùng nghiên cứu là giải pháp công trình giảm sóng gây bồi kết hợp trồng rừng ngập mặn, bên cạnh việc thực hiện các giải pháp phi công trình. Trong đó, vai trò hết sức quan trọng của rừng ngập mặn nên công tác trồng rừng, khôi phục hệ thống rừng ngập mặn cần được quan tâm, chú trọng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Thanh Chương và cs (2021). "Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định bờ biển đoạn từ Sóc Trăng đến Mũi Cà Mau". Báo cáo tổng kết Đề tài độc lập cấp nhà nước. Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

2. Nguyễn Công Phong (2021). Tập bản đồ thủy thạch động lực thuộc bộ sản phẩm của đề tài "Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định bờ biển đoạn từ Sóc Trăng đến Mũi Cà Mau". Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

3. Lương Thanh Tùng (2021). Tập bản đồ "Biến động đường bờ và rừng ngập mặn" thuộc bộ sản phẩm của đề tài "Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định bờ biển đoạn từ Sóc Trăng đến Mũi Cà Mau". Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

4. Lê Thanh Chương, Nguyễn Bình Dương và cs (2021). Báo cáo "Nghiên cứu đánh giá thực trạng, nguyên nhân và cơ chế gây xói bồi các phân đoạn vùng nghiên cứu" thuộc Đề tài độc lập cấp nhà nước "Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định bờ biển đoạn từ Sóc Trăng đến Mũi Cà Mau". Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

5. Trần Bá Hoằng và cs (2020). "Nghiên cứu đánh giá tổng thể quá trình xói lở và dự báo diễn biến bờ biển ĐBSCL phục vụ đề xuất giải pháp nhằm ổn định và phát triển bền vững vùng ven biển". Đề tài độc lập cấp nhà nước. Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

6. Lương Phương Hậu, Lê Mạnh Hùng và cs (2020). Báo cáo chuyên đề "Nghiên cứu định hướng giải pháp ổn định dải ven biển ĐBSCL" thuộc Đề tài độc lập cấp nhà nước "Nghiên cứu đánh giá tổng thể quá trình xói lở và dự báo diễn biến bờ biển ĐBSCL phục vụ đề xuất giải pháp

nhằm ổn định và phát triển bền vững vùng ven biển". Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

7. Lê Xuân Tú và cs (2021). "Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định dải bờ biển và các cửa sông Cửu Long, đoạn từ Tiền Giang đến Sóc Trăng". Đề tài độc lập cấp nhà nước. Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

8. Lê Thanh Chương, Nguyễn Bình Dương và cs, (2021). Báo cáo "Giải pháp và công nghệ thích hợp cho từng phân đoạn và thiết kế chi tiết cho các khu vực xói bồi" thuộc Đề tài độc lập cấp nhà nước "Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định bờ biển đoạn từ Sóc Trăng đến Mũi Cà Mau". Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

9. Lê Thanh Chương, Đỗ Văn Dương và cs (2020). Báo cáo kết quả thí nghiệm mô hình vật lý thuộc Đề tài độc lập cấp nhà nước "Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định bờ biển đoạn từ Sóc Trăng đến Mũi Cà Mau". Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

10. Nguyễn Nguyệt Minh và cs (2021) Đề tài "Nghiên cứu đề xuất giải pháp công nghệ chống xói lở, bảo vệ bờ biển hợp lý cho vùng đồng bằng sông Cửu Long dựa trên mô hình vật lý", mã số ĐTĐL.CN.47/18.

11. Chuong Le Thanh, Duong Do Văn, Duong Nguyen Binh, Ping Wang, (2023). A Laboratory Scale of the Physical Model for Inclined and Porous Breakwaters on the Coastline of Soc Trang Province (Mekong Delta). DOI: 10.3390/ w15071366.

12. Lê Thanh Chương, Phạm Văn Hiệp và cs (2022). Báo cáo "Công trình thử nghiệm đê giảm sóng chống xói lở, ổn định bờ biển ấp Khai Long, xã Đất Mũi, Ngọc Hiển, Cà Mau" thuộc Đề tài độc lập cấp nhà nước "Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định bờ biển đoạn từ Sóc Trăng đến Mũi Cà Mau". Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

MAJOR RESEARCH RESULTS ON REASONABLE SOLUTIONS AND TECHNOLOGY TO PREVENT EROSION AND STABILIZE THE COAST FROM SOC TRANG TO CA MAU CAPE

Le Thanh Chuong[1], Nguyen Binh Duong[1], Pham Van Hiep[1], Nguyen Duc Hung[1], Luong Thanh Tung[1], Nguyen Cong Phong[1]

[1]Vietnam Academy for Water Resources

Summary

Shore and beach erosions have been taking place in many areas of the Mekong Delta provinces, in which the coastal area of Ca Mau Peninsula is the one with quite serious erosion. Facing that situation, the Ministry of Science and Technology allowed the implementation of a cluster of 6 research projects related to coastal erosion in the Mekong Delta, in which the topic "Research on reasonable solutions and technology to prevent erosion and stabilize the coast from Soc Trang to the Ca Mau Cape" was performed to propose a comprehensive and appropriate solutions for stabilizing coastal erosion control from Soc Trang to the Ca Mau Cape. The study has inherited most of the research results, applied new technologies in the field of GIS-remote sensing, physical models, mathematical models, synthesized measured data as well as global reanalysis data to evaluate the causes-mechanisms of erosion, forecast the most unfavorable tidal wave conditions, design appropriate structural-technology options, proposed an general planning of integrated system of structures for the whole study area from Vinh Chau - Soc Trang to the Ca Mau cape. In this paper, some prominent results will be presented.

Keywords: *Coastal erosion, hydrodynamics, coastal morphology, Ca Mau Peninsula.*

Người phản biện: TS. Lê Xuân Bảo

Ngày nhận bài: 21/7/2023

Ngày thông qua phản biện: 21/8/2023

Ngày duyệt đăng: 28/8/2023

NGHIÊN CỨU BỐ TRÍ KHE HỞ TỐI ƯU CHO DẠNG ĐÊ GIẢM SÓNG CỌC LY TÂM ĐÁ ĐỔ Ở VÙNG BIỂN CHÂU THỔ BẰNG MÔ HÌNH TOÁN VÀ MÔ HÌNH VẬT LÝ

Nguyễn Nguyệt Minh[1,*], Đinh Công Sản[1],
Lê Duy Tú[1], Đỗ Văn Dương[1], Trương Ngọc Đạt[1]

TÓM TẮT

Đê giảm sóng dạng cọc ly tâm đá đổ đã được xây dựng theo một tuyến liên tục dọc theo biển phía Tây ở đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Việc bố trí khe hở của dạng đê này có thể ảnh hưởng đến trường vận tốc, phân bố trầm tích và do đó ảnh hưởng tới hình thái bờ biển. Trong nghiên cứu này, mô hình toán và mô hình vật lý đã được thực hiện để nghiên cứu ảnh hưởng của khoảng hở đối với sự vận chuyển trầm tích đáy và hình thái khu vực ven bờ. Qua các điều kiện thủy động lực học khác nhau, độ rộng của khoảng hở được phát hiện là có tác động đáng kể đến sự vận chuyển trầm tích đáy và hình thái gần bờ. Nghiên cứu cho thấy, các khe hở của đê giảm sóng tạo ra sự gia tăng vận tốc dòng chảy và hiện tượng nhiễu xạ sóng, đẩy nhanh quá trình xói lở bờ biển, tuy nhiên cũng có tác động tích cực, tạo điều kiện thuận lợi cho việc cung cấp trầm tích phía sau đê.

Từ khóa: *Mô hình vật lý, XBeach, đê giảm sóng cọc ly tâm đá đổ, đồng bằng sông Cửu Long.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Một trong những giải pháp công trình chống xói lở, bảo vệ bờ biển, tạo điều kiện khôi phục rừng ngập mặn phía sau công trình có hiệu quả cao và được áp dụng khá phổ biến ở ĐBSCL là đê giảm sóng bằng 2 hàng cọc ly tâm đóng sát nhau, giữa 2 hàng cọc có lõi chèn đá hộc (gọi tắt là đê giảm sóng cọc ly tâm đá đổ). Đây cũng là một trong những công trình được đánh giá là phù hợp nhờ độ ổn định cao trên nền đất yếu, khả năng triết giảm sóng, tạo điều kiện thuận lợi cho việc trao đổi môi trường, trầm tích lơ lửng, tích tụ bùn cát phía sau công trình do thân đê có cấu tạo bằng đá hộc có độ rỗng khá lớn (40%). Trên thực tế thì tuyến đê giảm sóng gần như bố trí dài liên tục mà không thiết kế các khoảng hở do các lo ngại về việc không đảm bảo giảm sóng và chống xói cho đường bờ phía sau đê. Việc bố trí khoảng hở giữa các đê là cần thiết để tạo điều kiện tăng mức độ trao đổi môi trường và bùn cát giữa bên trong và bên ngoài công trình, đồng thời tạo lối giao thông thủy cho người dân địa phương di chuyển bằng ghe xuồng nhỏ.

Nghiên cứu này chỉ ra sự cần thiết trong việc bố trí khoảng hở đối với loại đê xốp rỗng thông qua thí nghiệm lòng động trong bể sóng kết hợp với mô hình toán nhằm xem xét tác động của sóng, dòng chảy và đặc biệt là trao đổi bùn cát đáy trước và sau công trình. Mô hình toán sau khi được kiểm định nhờ kết quả thí nghiệm vật lý được ứng dụng để tối ưu kích thước khoảng hở.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

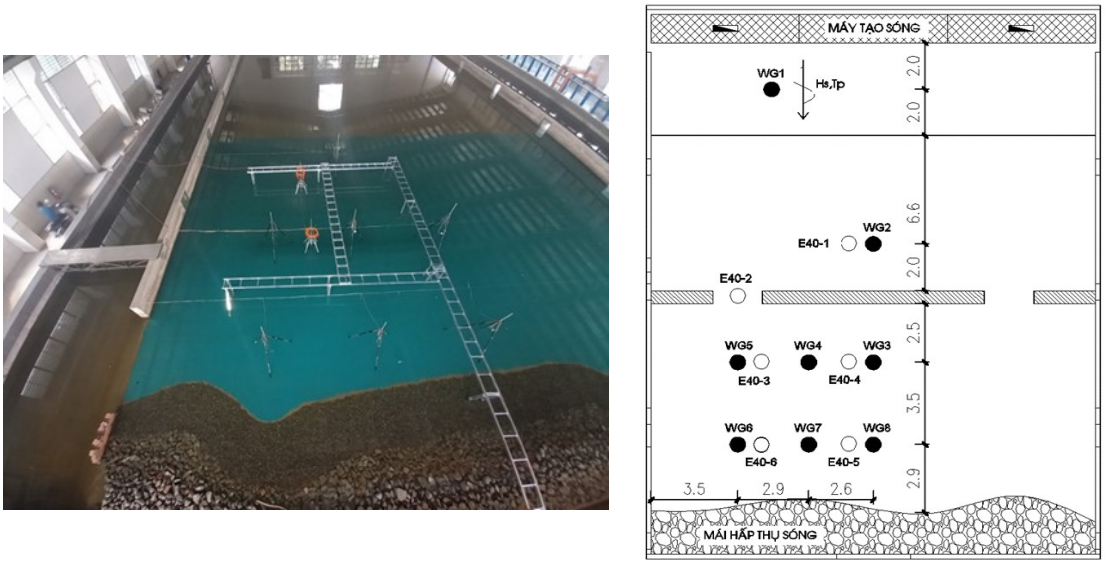
Phương pháp nghiên cứu bằng thí nghiệm vật lý trong bể sóng nhằm xác định sự thay đổi của các đặc trưng truyền sóng, dòng chảy và biến đổi địa hình bãi phía sau công trình kết hợp với mô hình số được hiệu chỉnh và kiểm định bằng thí nghiệm vật lý nhằm xem xét bề rộng hợp lý cho khoảng hở giữa các đoạn đê.

2.1. Thiết kế mô hình thí nghiệm

Thí nghiệm được thực hiện trong bể sóng của Phòng thí nghiệm Thủy động lực sông biển - Viện

[1] Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam
[*] Email: minh.nguyen.hus@gmail.com

Khoa học Thủy lợi miền Nam (Hình 1). Thiết bị tạo sóng và kim đo sóng được cung cấp bởi HR Wallingford. Bể sóng có thông số như sau: Chiều dài 35 m, chiều rộng 18 m, chiều cao thành bể 1,1 m. Hệ thống máy tạo sóng được trang bị khả năng hấp thụ sóng phản xạ (Active Reflection Compensation), có thể tạo ra sóng ngẫu nhiên hoặc sóng đều với chiều cao lên đến 0,4 m và chu kỳ đỉnh 3,0 s, sóng được đo với tần số 100 Hz (độ chính xác ± 0,1 mm).



Hình 1. Bể sóng thí nghiệm và bố trí các kim đo sóng và dòng chảy tại Phòng thí nghiệm Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Bảng 1. Phân tích lựa chọn tỷ lệ mô hình

Yếu tố	Điều kiện biên đầu vào (1)	Năng lực bể sóng (2)	(1)/(2)	Tỷ lệ dài λ_l
Độ sâu nước lớn nhất tại công trình (m)	2	≤ 0,4	2/0,4	≥ 5
Độ sâu nước nhỏ nhất (m)	1,4	≥ 0,1	1,4/0,1	≤ 14
Chiều cao sóng lớn nhất trước công trình (m)	1,0	≤ 0,15	1,0/0,15	≥ 6,67
Chu kỳ sóng nhỏ nhất (s)	5	≤ 2,0	5/2	≥ 2,5
Chiều cao công trình (m)	2,8	≤ 0,6	2,8/0,6	≥ 5,8
Chiều dài tuyến đê L mô phỏng (m). Khoảng hở G mô phỏng (m)	L = 90; G = 0	1,5L + 2G ≤ 18	135/18	≥ 7,5
	L = 90; G = 10	1,5L + 2G ≤ 18	155/18	≥ 8,6

Thí nghiệm được tiến hành cho dạng đê giảm sóng cọc ly tâm đá đổ, loại đê này đã được xây dựng ngoài thực tế ở biển phía Tây ĐBSCL trên phạm vi hơn 65 km có chiều rộng đỉnh đê dao động trong khoảng 1,3 m - 2,7 m - 3,6 m; kích thước đá học sử dụng với cấp phối D_{n50} = 35 - 45 cm và chiều cao công trình khoảng 2 - 2,5 m. Thí nghiệm lựa chọn cấu kiện có chiều rộng 2,8 m, là chiều rộng tương đối hợp lý đã được thí nghiệm trong mô hình máng sóng và đánh giá từ các chiều rộng khác nhau [1]. Chiều cao lưu không đỉnh đê so với mực nước được lựa chọn thay đổi từ -H_s đến +H_s (m), độ sâu nước thiết kế trước công trình dao động từ 1,4 - 2,0 m, độ sâu tối thiểu của bể giúp đảm bảo độ tin cậy của số liệu kim đo sóng là 0,1 m và độ sâu nước tối đa trong bể sóng là 0,4 m. Sóng đặc trưng cho khu vực biển phía Tây có chiều cao biến đổi từ 0,25 - 1 m, chu kỳ sóng từ 2 -

5 s. Tỷ lệ mô hình phải được chọn sao cho đảm bảo tương tự về kích thước và thủy động lực học. Nó được lựa chọn dựa trên năng lực bể sóng và điều kiện biên (sóng, dòng chảy, mực nước, kích thước cấu kiện được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1 cho thấy, tỉ lệ mô hình được chọn là N_L = 10 (tỷ lệ dài, tỷ lệ cao), $N_t = \sqrt{N_L}$ = 3,16 (tỷ lệ thời gian), $N_v = \sqrt{N_L}$ = 3,16 (tỷ lệ vận tốc), $N_m = N^3_L$ = 1.000 (tỷ lệ khối lượng). Tương tự mô hình được tuân theo quy luật số Froude $F = \frac{V}{\sqrt{gL}}$ đảm bảo tính tương đồng về độ lớn vận tốc V và kích thước L (bao gồm chiều dài và độ cao) giữa mô hình (m) và nguyên mẫu (n). Việc lựa chọn tuân theo phân tích phi thứ nguyên và định luật Buckingham Π, $F_m = F_n$ (giữa mô hình và nguyên mẫu). Kích thước đá của kết cấu cọc ly tâm đá đổ được kiểm tra thông qua điều kiện tương tự số Reynolds để đảm bảo dòng chảy qua lớp đá là dòng chảy rối, ($[R_e] > 10^4$). Để tối ưu bố trí không gian thí nghiệm đảm bảo đánh giá đầy đủ ảnh hưởng của khoảng hở đối với 1 phân đoạn đê giảm sóng có chiều dài (L) thực tế là 90 m và khoảng hở (G) ngoài thực tế thường được thiết kế bằng 10 m, đê giảm sóng được bố trí 1 đoạn đê ở giữa bể, 2 khoảng hở hai bên và 2 phân đoạn đê sát thành bể (Hình 2), cách bố trí này vẫn đảm bảo 2L + 2G ≤ 18 m là kích thước chiều rộng bể và đủ điều kiện để đánh giá 1 đoạn đê đầy đủ. Khoảng cách từ đê giảm sóng tới mái hấp thụ bằng đá đổ là 9 m (ngoài thực tế là 90 m).

Trong thí nghiệm này, các thông số sóng trước và sau công trình được đo bằng 8 kim đo (WG). WG1 dùng để xác định chiều cao sóng nước sâu, WG2 được bố trí để tách sóng phản xạ và sóng tới trước công trình. Chiều cao sóng phía sau công trình được xác định qua WG3, 4, 5, 6, 7, 8. Vị trí giữa các WG được bố trí như trong sơ đồ hình 1. Sóng tới và sóng phản xạ được phân tách sử dụng đầu kim đo tích hợp phần mềm xử lý trong mô hình đo sóng của HR-Wallingford.

Bên cạnh đó, 2 đầu đo vận tốc dòng chảy được bố trí và được luân chuyển giữa các vị trí E40-1 - E40-6 sau mỗi 5 phút đo tại một vị trí đảm bảo đủ 6 vị trí được đo trong mỗi trường hợp thí nghiệm (Hình 1). Đầu đo E40-1 được bố trí ngay cạnh đầu đo sóng WG1 nhằm xác định vận tốc trước công trình, đầu đo E40-2 được bố trí ngay khoảng hở (G), các đầu đo còn lại E40-3 - E40-6 được bố trí sau công trình và ngay cạnh đầu đo sóng, dùng để xác định vận tốc sau khi qua công trình. Đầu đo dòng chảy E40 được bố trí đặt cách đáy 5 cm.

Giả định rằng quá trình vận chuyển trầm tích nơi khu vực xây dựng công trình được chi phối bởi sóng và hình thức vận chuyển chiếm ưu thế là truyền tải lơ lửng. Ire và Nadaoka (1984) [2] đã làm thí nghiệm vận chuyển trầm tích phía trước của tường chắn sóng thẳng đứng và xây dựng tiêu chí để cát ở trạng thái lơ lửng: $U_w/W_s \geq 10$. Trong đó: U_w là biên độ vận tốc quỹ đạo hạt tại đáy, W_s là vận tốc chìm lắng. Oumeraci (1994) [3] cho rằng tỉ lệ số Froude cần được đảm bảo cho tất cả các quá trình thủy động lực học nhưng đặc tính của trầm tích nên được đảm bảo theo hình thức vận chuyển chiếm ưu thế, xác định vận tốc chìm lắng W_s như một tham số chính quyết định hình thức vận chuyển vì nó kết hợp cả mật độ, kích cỡ, hình dáng và độ nhớt, tỉ lệ mô hình của vận tốc chìm lắng N_w nên được lựa chọn theo tỉ lệ vận tốc của hệ số Froude tức là $N_w = N_L^{1/2}$. Vận tốc chìm lắng được tính toán theo Soulsby (1997) [4]:

$$W_s = \frac{\nu}{d}\left[(10.36^2 + 1.049D_*^3)^{1/2} - 10.36\right]$$

Trong đó: $D_* = \left[\frac{g(s-1)}{\nu^2}\right]^{1/3} d$

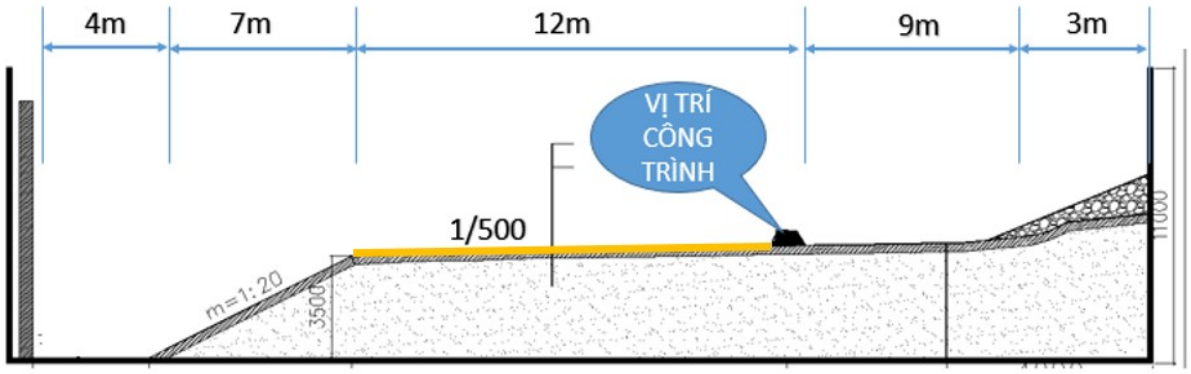
ν là hệ số nhớt động học, d là đường kính hạt, g là gia tốc trọng trường, $s = \rho_s/\rho$ là tỉ trọng tương đối trong đó ρ_s là tỉ trọng của trầm tích và ρ là tỉ trọng của nước.

Kích thước hạt cát ở đáy khu vực ĐBSCL quan trắc được chủ yếu có đường kính 200 micrometer và vận tốc chìm lắng lớn hơn 0,1 m/s [5]. Với loại cát thạch anh có đường kính hạt d50 = 80 micrometer tìm được ở Việt Nam phù hợp tốt nhất với tỉ lệ mô hình của vận tốc chìm lắng.

2.2. Địa hình thí nghiệm

Để đảm bảo với điều kiện thực tế về độ dốc địa hình vùng ven biển phía Tây ĐBSCL, mô hình thí nghiệm sử dụng mái chuyển tiếp có độ dốc 1/20

cách máy tạo sóng 4 m về hướng đặt công trình nhằm tạo ra vùng chuyển tiếp từ sóng nước sâu về đặc trưng sóng nước nông của khu vực ĐBSCL trước khi tương tác với công trình. Độ dốc bãi sóng lan truyền đến công trình được xây dựng với tỷ lệ 1/500 đảm bảo tương tự địa hình ngoài thực tế.



Hình 2. Địa hình thí nghiệm trong bể sóng

Trong thí nghiệm này, mái hấp thụ sóng được bố trí cuối bể sóng, sử dụng vật liệu là đá đổ. Kết quả kiểm định khả năng hấp thụ sóng và làm việc của mái hấp thụ ứng với tất cả các trường hợp thí nghiệm (thay đổi mực nước, tham số sóng) đều cho hệ số sóng phản xạ từ mái hấp thụ sóng nhỏ hơn 10% đảm bảo yêu cầu làm việc của bể sóng.

2.3. Kịch bản và các trường hợp thí nghiệm

Thí nghiệm thay đổi bố trí không gian kết cấu thực hiện trong bể sóng với 96 kịch bản bao gồm 8 tham số sóng, 4 mực nước, 2 kịch bản bố trí không gian, 1 kịch bản không có công trình, cụ thể như sau:

1 kịch bản không công trình; 2 kịch bản thay đổi bố trí không gian: có khoảng hở với kích thước 1m (G = 1) và không có khoảng hở (G = 0)

4 kịch bản thay đổi giá trị mực nước; 8 kịch bản tham số sóng.

Bảng 2. Kịch bản thí nghiệm lòng cứng

Kịch bản	Độ sâu d (cm) tương ứng với chiều cao lưu không R_c (cm)	Tham số sóng
Không công trình G = 0 m G = 1 m	D = 50 cm (d = 14 cm/R_c = +12 cm) D = 54 cm (d = 18 cm/R_c = +8 cm) D = 58 cm (d = 22 cm/R_c = +4 cm) D = 62 cm (d = 26 cm/R_c = +0 cm)	H_s = 10 cm; T_p = 1,20 s H_s = 10 cm; T_p = 1,45 s H_s = 10 cm; T_p = 1,71 s H_s = 10 cm; T_p = 1,96 s H_s = 14 cm; T_p = 1,45 s H_s = 14 cm; T_p = 1,71 s H_s = 14 cm; T_p = 1,96 s H_s = 18 cm; T_p = 1,96 s

Đối với thí nghiệm với cát, 48 kịch bản được thiết lập với 2 mực nước đặc trưng D = 50 cm (mực nước thấp) và D = 58 cm (mực nước cao) (Bảng 3). Trình tự thí nghiệm được tiến hành như sau: Xây dựng địa hình, thiết lập điều kiện mực nước, tiến hành thí nghiệm liên tục theo 8 kịch bản về sóng, bắt đầu từ tham số sóng nhỏ đến tham số sóng lớn, mỗi tham số sóng được thí nghiệm trong 30 phút (tối thiểu là 500 con sóng), tổng thời gian thí nghiệm là 4 giờ. Sau đó tiến hành tháo nước và đo đạc địa hình sau thí nghiệm. Quan trắc biến đổi trầm tích đáy được tiến hành theo 2 phương pháp: quan trắc bằng camera độ phân giải cao kết hợp với các điểm khống chế cố định trên thành bể và

nền đáy với kích thước 1 m x 1 m và đo đạc thủ công bằng lazer dựa trên lưới mặt bằng khống chế với độ chính xác ± 1 mm. Quan trắc bằng camera có ưu điểm bao quát mặt rộng không gian thí nghiệm và theo dõi liên tục trong cả quá trình diễn biến nhưng hạn chế về độ chính xác của độ dày lớp phân bố trầm tích đáy. Quan trắc bằng đo đạc thủ công chỉ được thực hiện ở thời điểm cuối cùng khi kết thúc thí nghiệm nhưng cho kết quả chính xác hơn về độ dày lớp phân bố trầm tích đáy.

Bảng 3. Kịch bản thí nghiệm thí nghiệm biến đổi trầm tích đáy

Kịch bản	Độ sâu d (cm) tương ứng với chiều cao lưu không R_c (cm)	Tham số sóng
Không công trình G = 0 m G = 1 m	D = 50 cm (d = 14 cm/R_c = +12 cm) D = 58 cm (d = 22 cm/R_c = +4 cm)	H_s = 10 cm; T_p = 1,20 s H_s = 10 cm; T_p = 1,45 s H_s = 10 cm; T_p = 1,71 s H_s = 10cm; T_p = 1,96 s H_s = 14 cm; T_p = 1,45 s H_s = 14 cm; T_p = 1,71 s H_s = 14 cm; T_p = 1,96 s H_s = 18 cm; T_p = 1,96 s

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Biến đổi các đặc trưng thủy động lực học

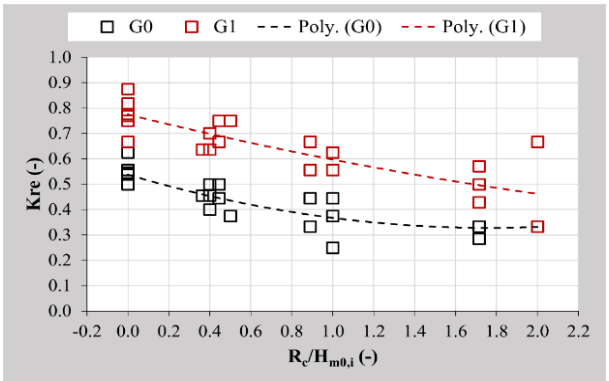
3.1.1. Thay đổi của sóng

Để đánh giá ảnh hưởng của khoảng hở tới khả năng truyền sóng tại các vị trí phía sau đê, các hệ số triết giảm sóng K_{re} được so sánh chiều cao sóng giữa kịch bản có và không công trình.

$$K_{re} = \frac{H_{m0,aft}}{H_{m0,bef}}$$

Trong đó: $H_{m0,\ aft}$ là chiều cao sóng sau khi có công trình và $H_{m0,\ bef}$ là chiều cao sóng trước khi có công trình xét tại cùng một vị trí. Kịch bản có công trình bao gồm không có khoảng hở và có khoảng hở. Hệ số K_{re} được tính theo chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê (R_c/H_{m0}).

Khi có khoảng hở, vị trí WG5 là vị trí ảnh hưởng nhiều nhất do tác động trực tiếp của sóng tới (Hình 3). Khi công trình chưa có khoảng hở (G0), chiều cao sóng tại WG5 suy giảm so với chưa có công trình (K_{re}) còn từ 0,25 - 0,63 với mức độ suy giảm càng lớn khi chiều cao lưu không tương đối của đỉnh đê ($R_c/H_{m0,i}$) càng lớn. Khi có khoảng hở (G1) thì do ảnh hưởng của sóng nhiễu xạ đầu đê ở khoảng hở, chiều cao sóng ở WG5 tăng lên và hệ số triết giảm sóng cũng tăng lên từ 0,33 - 0,87 và mức độ suy giảm sóng cũng tỷ lệ thuận với chiều cao lưu không tương đối của đỉnh đê.



Hình 3. Ảnh hưởng của sự thay đổi khoảng hở đến hệ số triết giảm sóng K_{re} tại vị trí WG5

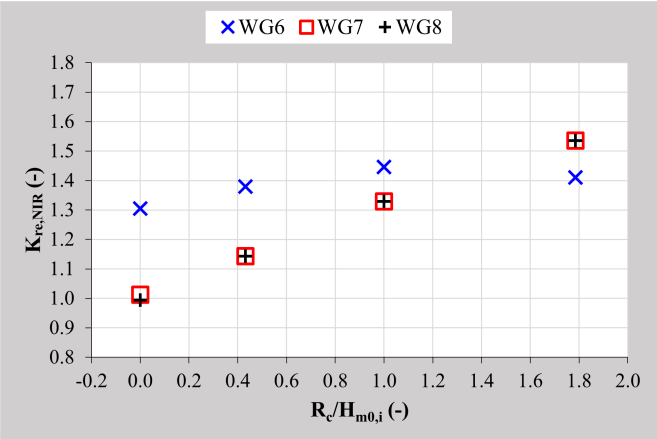
Để đánh giá mức độ gia tăng chiều cao sóng trong trường hợp có khoảng hở G = 1 m so với trường hợp không có khoảng hở, sử dụng hệ số $K_{re,\ NIR}$ như sau:

$$K_{re,NIR} = \frac{\left[\frac{1}{8}\sum_{n=1}^{8} H_{m0,n}\right]_{G1}}{\left[\frac{1}{8}\sum_{n=1}^{8} H_{m0,n}\right]_{G0}}$$

Trong đó: $K_{re,\ NIR}$ là chỉ số gia tăng chiều cao sóng giữa G1/G0.

Ảnh hưởng của nhiễu xạ đầu đê khi sóng lan truyền qua khoảng hở có thể làm tăng chiều cao sóng ở những điểm WG6, 7, 8 là những điểm sát

bờ (3 m trên mô hình, tương đương 30 m thực tế) và đã được che chắn bởi đê. Tại vị trí giữa khoảng hở (WG6), ảnh hưởng gia tăng chiều cao sóng so với không có khoảng hở là lớn nhất, mức độ ảnh hưởng lớn nhất vào khoảng 1,3 - 1,5 lần và mức độ gia tăng càng lớn khi $R_c/H_{m0,i}$ càng lớn. Tuy nhiên, $R_c/H_{m0,i}$ càng lớn thì mực nước càng thấp và sóng tới có chiều cao càng nhỏ, không phải là trường hợp cực đoan nguy hiểm. Tại vị trí cách xa khoảng hở hơn (WG7, 8), mức gia tăng chiều cao sóng so với trường hợp không có khoảng hở cũng giảm đi, với mức độ giảm từ 1,0 - 1,6 lần và cũng tỷ lệ thuận với chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê (Hình 4, bảng 4).



Hình 4. Biểu đồ so sánh sự gia tăng chiều cao sóng giữa các kịch bản G = 0 và G = 1 m tại vị trí WG6, 7, 8

Bảng 4. Chỉ số gia tăng chiều cao sóng tương đối giữa các kịch bản G = 0 và G = 1 m tại các vị trí WG6, 7, 8

Vị trí	R_c/H_{m0}				
	0	0,5	1	1,5	2
WG6 (cách bờ 3m, chính giữa tim khoảng hở)	1,3	1,39	1,45	1,53	1,62
WG7 (cách bờ 3 m, khu vực đầu đê)	1,01	1,17	1,35	1,49	1,54
WG8 (cách bờ 3 m, chính giữa tim đê)	1,04	1,11	1,21	1,30	1,35

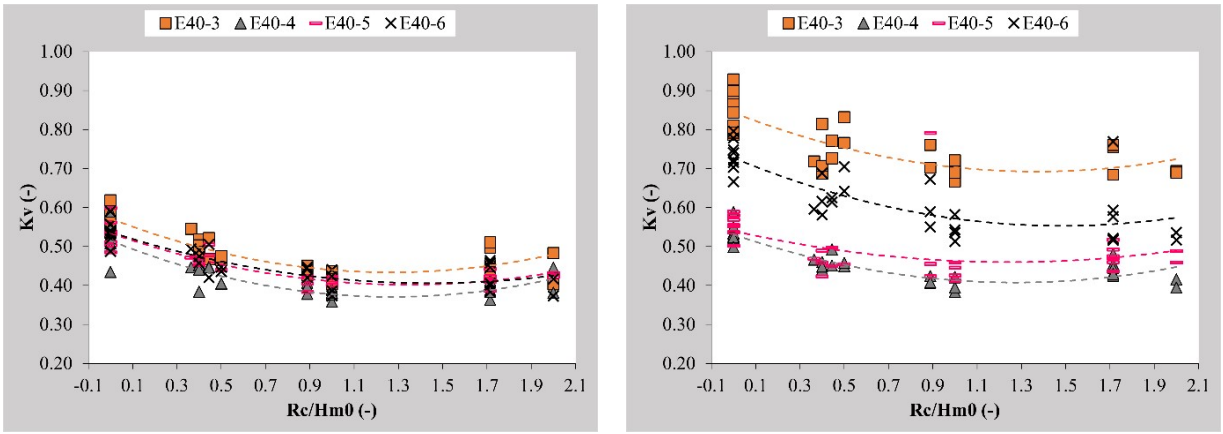
3.1.2. Thay đổi dòng chảy

Để đánh giá sự thay đổi dòng chảy dưới tác động của công trình tại một vị trí, sử dụng hệ số K_v như sau:

$$K_v = \frac{V_{1/3,aft}}{V_{1/3,bef}}$$

Trong đó: $V_{1/3,\ aft}$ là độ lớn trung bình của 1/3 giá trị dòng chảy lớn nhất trước khi có công trình; $V_{1/3,\ bef}$ là độ lớn trung bình của 1/3 giá trị dòng chảy lớn nhất sau khi có công trình.

Kết quả thí nghiệm và đo đạc hiện trường ngoài thực tế cho thấy, đê giảm sóng cọc ly tâm đá đổ có khả năng giảm sóng trung bình 60% sóng tới, hệ số truyền sóng K_t trung bình = 0,43 ± 0,14 [6].



Hình 5. Hệ số suy giảm vận tốc trung bình K_v so sánh với trường hợp không có công trình tại các vị trí sau công trình cho trường hợp G = 0 (Hình trái) và G = 1 (Hình phải)

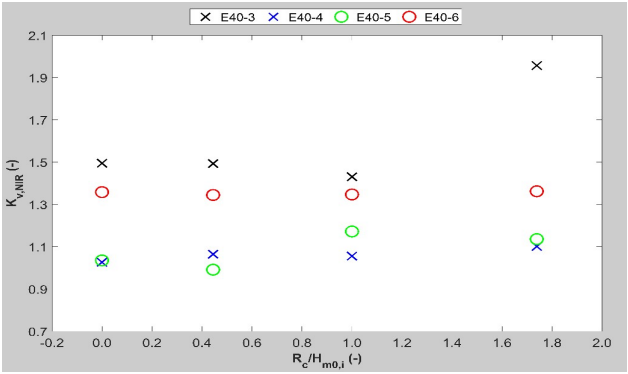
Đồng thời với sóng, dòng chảy do sóng ở các vị trí phía sau công trình cũng giảm theo. Hình 5 thể hiện tương quan giữa hệ số suy giảm vận tốc và chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê tại 4 vị trí phía sau công trình. K_v càng nhỏ thể hiện mức độ suy giảm vận tốc càng lớn và ngược lại. Khi không có khoảng hở, hệ số suy giảm vận tốc K_v giữa các vị trí E40-3, 4, 5, 6 không có nhiều khác biệt, trong khoảng từ 0,35 - 0,55 khi $R_c/H_{m0} > 0,3$. Ở điều kiện mực nước ngang mặt với đỉnh đê ($R_c/H_{m0} = 0$) thì K_v dao động từ 0,43 - 0,6. Trong điều kiện có khoảng hở G = 1 m, dòng chảy tại 2 vị trí chính giữa cửa đê E40-3 và 6 tuy có tăng lên so với trường hợp G = 0 nhưng $K_v < 1$ cho thấy khi có công trình, dòng chảy tại khu vực này đã giảm đi so với trường hợp không có công trình. Ở các vị trí xa so với khoảng hở, hệ số K_v so với trường hợp không có khoảng hở là khá giống nhau, tức là ngoài vị trí ở tâm khoảng hở vào bờ, dòng chảy gia tăng bởi tác động của sóng qua khoảng hở. Còn các vị trí khác (như giữa tim của đoạn đê chắn sóng WG4, WG5), tác động của khoảng hở đến sóng và dòng chảy sau công trình không đáng kể.

Để xem xét mức độ gia tăng của dòng chảy trong trường hợp có bố trí khoảng hở và không bố trí khoảng hở, sử dụng hệ số $K_{v,\,NIR}$ được xác định bằng tỷ số vận tốc trung bình của dòng chảy tại cùng 1 vị trí trong trường hợp có (G1) và không có khoảng hở (G0) thực hiện trên 8 kịch bản sóng như sau:

$$K_{v,NIR} = \frac{\left[\frac{1}{8}\sum_{n=1}^{8} V_{1/3,n}\right]_{G1}}{\left[\frac{1}{8}\sum_{n=1}^{8} V_{1/3,n}\right]_{G0}}$$

Trong đó, $V_{1/3}$ là giá trị trung bình của 1/3 giá trị vận tốc lớn nhất của dòng chảy do sóng.

Hình 6 thể hiện tương quan giữa hệ số gia tăng vận tốc dòng chảy trung bình do sóng và chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê. Vị trí bị ảnh hưởng nhiều nhất khi G = 1 m là vị trí E40-3 ở giữa cửa đê, sóng tác động trực diện, độ lớn vận tốc có thể tăng lên 2 lần trong điều kiện mực nước thấp và sóng nhỏ ($R_c/H_{m0,i} > 1,8$). Với điều kiện như vậy thì sự gia tăng độ lớn vận tốc ở vị trí này không phải là vấn đề nguy hiểm, bởi vì khi đó mực nước khá thấp, chiều cao sóng cũng khá thấp và giá trị vận tốc dòng chảy cũng không lớn. Ở giữa khoảng hở/cửa đê và gần bờ (E40-6), tác động của khoảng hở làm vận tốc gia tăng khoảng 1,3 - 1,4 lần so với không có khoảng hở. Ở những điểm xa khoảng hở, vận tốc gia tăng không đáng kể (1 - 1,2 lần).



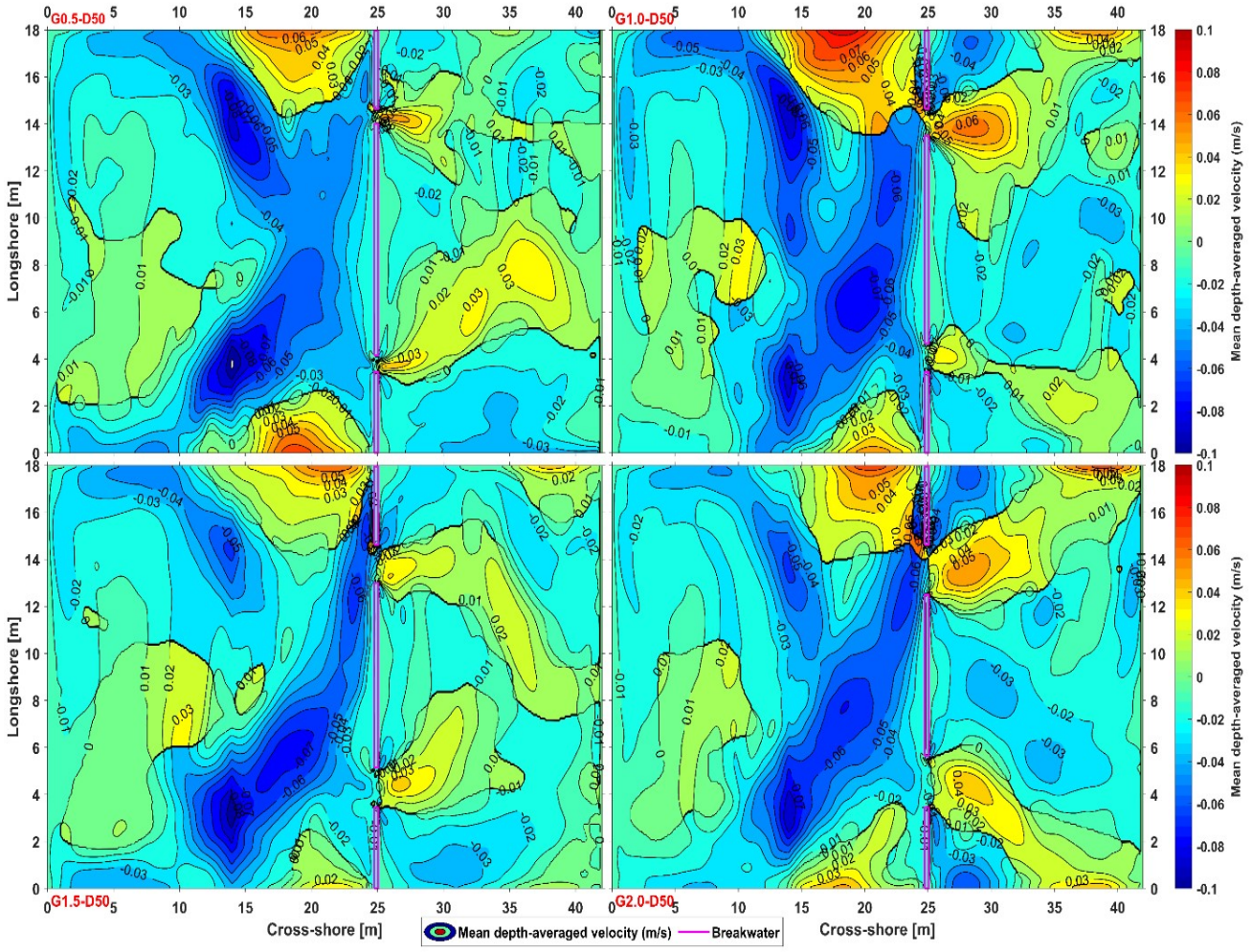
Hình 6. Biểu đồ so sánh sự gia tăng độ lớn vận tốc dòng chảy khi G = 1 so kịch bản G = 0 tại các vị trí E40-2, E40-3, E40-4, E40-5, E40-6

Thí nghiệm được thiết kế xem xét vai trò của vận chuyển vuông góc với bờ chiếm ưu thế với yếu tố thủy động lực là sóng tác động trực diện với hướng đường bờ. Sóng có vai trò khuấy động bùn cát đáy chủ yếu nhờ vào quá trình giải phóng năng lượng tạo ra bởi hiện tượng sóng vỡ, dòng chảy tiếp tục vận chuyển và phân bố lại trầm tích, đủ điều kiện trầm tích sẽ lắng đọng lại tạo ra sự thay đổi về địa hình. Biến đổi địa hình ở mỗi kịch bản thí nghiệm có và không có khoảng hở được thực hiện qua chuỗi 8 kịch bản thay đổi về sóng (H_s, T_p) và 2 mực nước D50, D58. Đê giảm sóng cọc ly tâm ngoài thực tế tại ĐBSCL được thiết kế làm việc ở trạng thái đê nhô, do đó trong thí nghiệm đối với biến đổi trầm tích đáy hai mực nước thực hiện thí nghiệm đều đảm bảo $R_c/H_{m0} > 0$.

Hai dòng chảy trung bình ở các kịch bản G0 và G1 của mực nước D58 đều phản ánh vận tốc có giá trị lớn hơn so với cùng loại kịch bản thực hiện ở mực nước thấp (D50), sóng chưa tới giới hạn vỡ tiếp tục truyền về phía bờ, năng lượng sóng vẫn còn được duy trì. Trong trường hợp có khoảng hở, tại các vị trí E40-3, E40-6 ngoài sự gia tăng độ lớn vận tốc dòng chảy do sóng tác động trực diện thì hướng dòng chảy có sự phân hóa giữa 2 trường hợp mực nước thí nghiệm. Ở mực nước thấp dòng chảy tiến về phía bờ (on-shore) chiếm ưu thế;

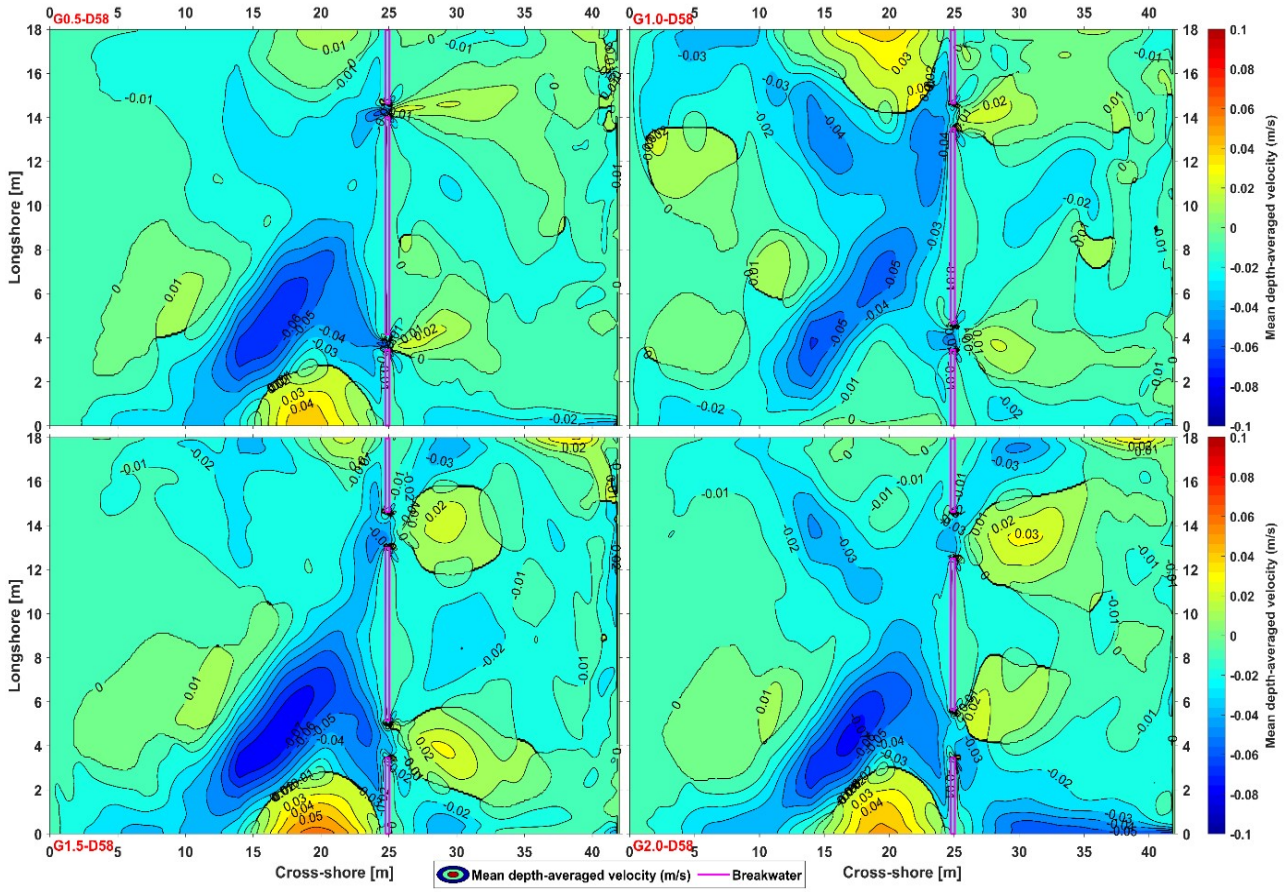
ngược lại ở mực nước cao, dòng chảy ra ngoài khơi (off-shore) chiếm chủ đạo. Điều này đến từ tính chất bất đối xứng của sóng bị ảnh hưởng bởi ma sát đáy, đỉnh sóng nhọn hơn và bụng sóng rộng hơn, dẫn đến thành phần hướng vào bờ nhờ đỉnh sóng tăng lên và thành phần hướng ra khơi phía bụng sóng nhỏ đi khi mực nước thấp nhờ đó bùn cát được đưa vào bờ nhiều hơn. Sự bất đối xứng này tăng lên khi chiều cao sóng tương đối (tỷ số giữa chiều cao sóng và độ sâu nước) tăng lên, làm cho dòng chảy hướng ra khơi tăng lên [7 - 9].

Mô hình toán XBeach (2022) [10] được xây dựng nhằm mô phỏng quá trình lan truyền và tương tác của sóng đến công trình với kích thước của bể sóng thí nghiệm, mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định với số liệu thực hiện trong thí nghiệm. Phân bố không gian của trường vận tốc trung bình với các kích thước khoảng hở khác nhau được thể hiện trên hình 7 và hình 8 tương ứng với mực nước D50, D58. Khi bề rộng khoảng hở tăng lên thì thành phần vận tốc hướng vào bờ phân bố rộng hơn và sát bờ nhiều hơn. Tuy nhiên, việc mở rộng bề rộng khe hở làm tăng vận tốc ở khu vực phía trước công trình, đặc biệt trong trường hợp mực nước thấp, khu vực xung quanh khoảng hở.



Hình 7. Trường vận tốc trung bình cho mô phỏng công trình cọc ly tâm với trường hợp bề rộng khoảng hở khác nhau, G = 0,5; 1,0; 1,5; 2 m tại điều kiện mực nước thấp D50. Giá trị dương thể hiện hướng dòng chảy đi về phía bờ.

Ghi chú: Trục x thể hiện phương vuông góc với bờ, trục y thể hiện phương song song với bờ. Vị trí đê giảm sóng cách bờ 25 m. Mean depth-averaged velocity: vận tốc dòng chảy trung bình theo thời gian và theo độ sâu, breakwater: đê giảm sóng, cross - shore: phương vuông góc với bờ, longshore: phương song song với bờ.

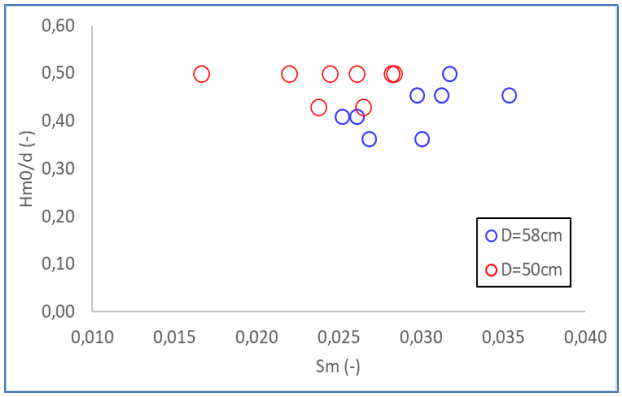


Hình 8. Trường vận tốc trung bình cho mô phỏng công trình cọc ly tâm với trường hợp bề rộng khoảng hở khác nhau, G = 0,5; 1,0; 1,5; 2 m tại điều kiện mực nước cao D58. Giá trị dương thể hiện hướng dòng chảy đi về phía bờ.

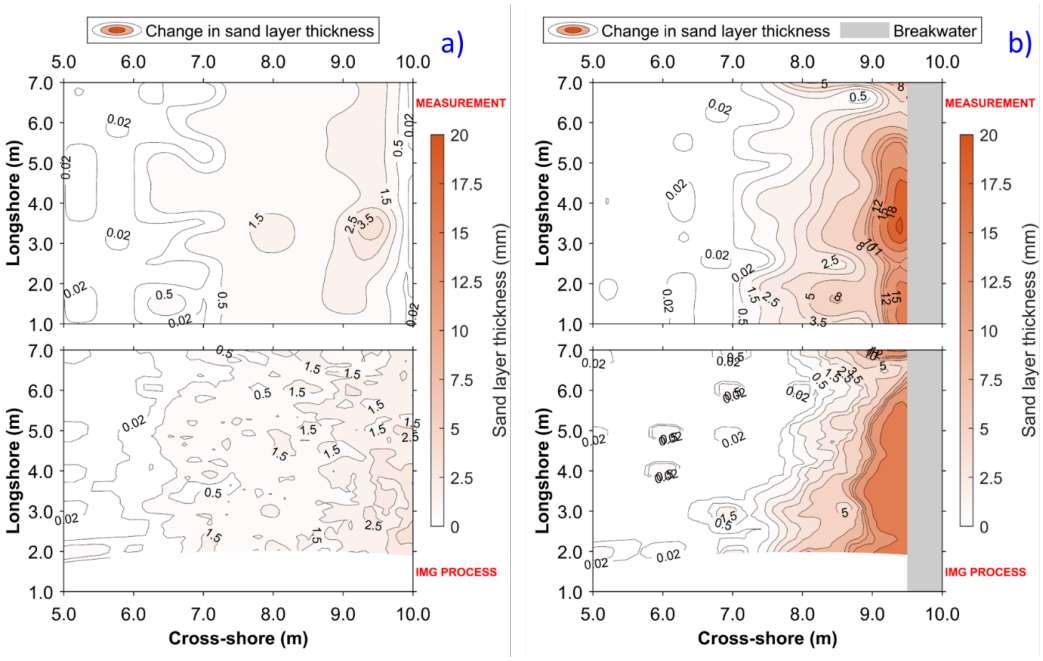
Ghi chú: Trục x thể hiện phương vuông góc với bờ, trục y thể hiện phương song song với bờ. Vị trí đê giảm sóng cách bờ 25 m. Mean depth-averaged velocity: vận tốc dòng chảy trung bình theo thời gian và theo độ sâu, breakwater: đê giảm sóng, cross - shore: phương vuông góc với bờ, longshore: phương song song với bờ.

3.2. Biến đổi trầm tích đáy

Thí nghiệm về biến đổi trầm tích đáy cũng được thực hiện với 2 kịch bản mực nước thấp D = 50 cm và cao D = 58 cm với 8 kịch bản về sóng được thí nghiệm liên tục. Hình 9 thể hiện đặc trưng của sóng thí nghiệm trong 2 kịch bản mực nước khác nhau này. Với mực nước thấp D = 50 cm, tỷ số chiều cao sóng trên độ sâu nước (H_{m0}/d) cho đồng nhất luôn duy trì ở mức cao = 0,5, đây là ngưỡng của sóng vỡ, do đó ở mực nước này, các sóng tiến vào có khả năng giải phóng năng lượng, khuấy động trầm tích sẽ nhiều hơn. Trong khi đó, tại mực nước D = 58 cm, tỷ số H_{m0}/d nằm trong khoảng từ 0,35 - 0,45, chưa đạt tới ngưỡng của sóng vỡ do đó sóng có khả năng lan truyền đều trên bãi, ít giải phóng năng lượng hơn so với khi bị vỡ, vì thế mà khả năng khuấy động trầm tích đáy sẽ thấp hơn.



Hình 9. Đặc trưng tham số sóng (S_m) và mực nước thí nghiệm (H_{m0}/d)



Hình 10. Thay đổi địa hình đáy (sand layer thickness) tại kịch bản thí nghiệm với mực nước D = 58 cm bằng phương pháp đo lazer và bằng phương pháp phân tích camera

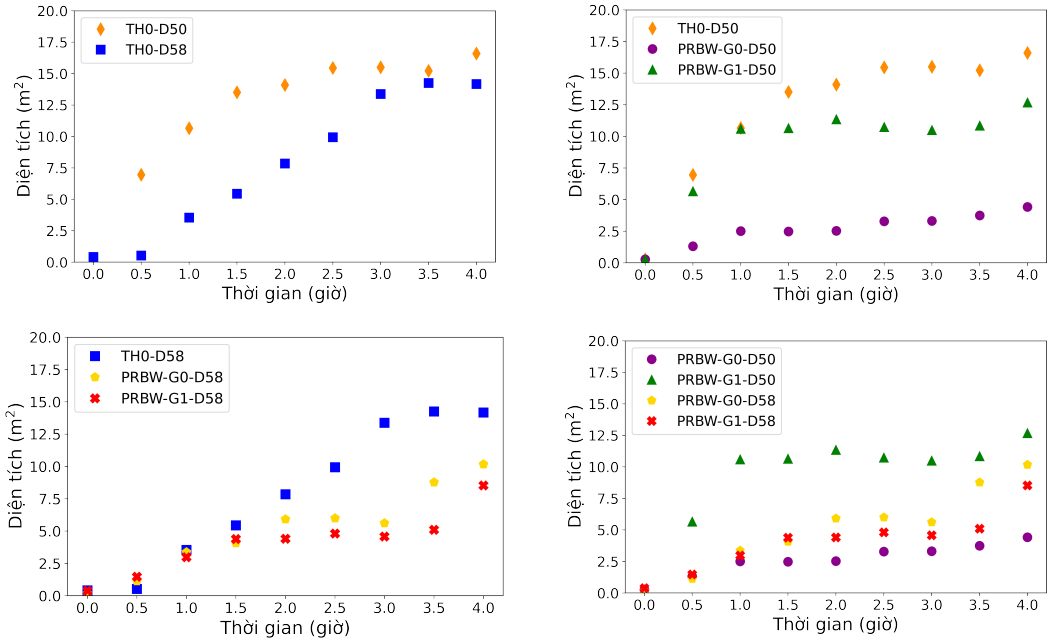
a) trường hợp không có công trình, b) trường hợp có đê giảm sóng

Ghi chú: Change in sand layer thickness: sự thay đổi độ dày lớp cát, sand layer thickness: độ dày lớp cát, breakwater: đê giảm sóng, longshore: phương song song với bờ, Cross - shore: phương vuông góc với bờ, Measurement: kết quả đo bằng phương pháp lazer, IMG Process: kết quả thu được từ phân tích camera.

Hình 10 thể hiện sự thay đổi hình thái đáy giữa 2 kết quả thu được từ phương pháp đo lazer và phương pháp phân tích camera ở thời điểm kết thúc thí nghiệm (với 8 kịch bản sóng ở mực nước D58) đối với trường hợp không có công trình (Hình 10a) và trường hợp có công trình (Hình 10b). Kết quả cho thấy, xu thế phân bố trầm tích và chiều dày lớp cát khá giống nhau giữa 2 phương pháp đo đạc (phân tích camera và lazer). Đối với trường hợp không có công trình, cát phân bố tương đối mỏng nhưng đều và kéo dài về phía bờ. Trường hợp công trình không bố trí khoảng hở, trầm tích tập trung nhiều ở phía sau công trình. Kết quả phân tích bằng camera sau khi được kiểm định được sử dụng để đánh giá quá trình thay đổi hình thái đáy khu vực phía sau công trình.

Kết quả biến đổi địa hình đáy khu vực phía sau công trình cho thấy, diện tích bồi lắng tăng dần theo thời gian cho tất cả các trường hợp thí nghiệm ở mực nước thấp (D50) và mực nước cao (D58), có và không có khoảng hở ở các mức độ khác nhau. Khi không có khoảng hở, diện tích bồi lắng ở mực nước thấp sẽ lớn hơn trường hợp mực nước cao (Hình 11a). Việc xây dựng đê giảm sóng không bố trí khoảng hở, diện tích bồi lắng tương đối nhỏ so với trường hợp có khe hở (Hình 11b). Tuy nhiên, khi xây dựng đê giảm sóng thì diện tích bồi lắng vẫn thấp hơn so với trường hợp không có công trình (TH0) (Hình 11b, 11c). Ở mực nước thấp, do sóng khuấy động trầm tích cùng với việc tính bất đối xứng của sóng tăng lên giúp cho cát được đưa về phía bờ nhiều hơn. Nếu không có khoảng hở, đê sẽ cản trở nguồn trầm tích được cho là vận chuyển từ ngoài khơi vào bờ. Đê giảm sóng tiêu tán phần lớn năng lượng sóng tới và dòng chảy phía sau đê khá nhỏ do đó khó phân phối lại trầm tích phía sau đê. Ở mực nước cao (D58) năng lượng sóng lớn hơn nên tốc độ vận chuyển trầm tích nhanh hơn (Hình 11d). Khi bố trí khoảng hở, ở mực nước thấp trầm tích phía sau đê tích tụ lớn gấp 2 lần so với việc không bố trí khe hở và diện tích bồi lắng tăng khoảng 25 - 35% (Hình 11b). Khi có khe hở, sóng và dòng chảy tại khu vực khe hở lớn hơn giúp trầm tích được đưa

vào sâu và phân tán rộng hơn khu vực phía sau đê giảm sóng. Ở mực nước lớn, công trình không đóng vai trò tích tụ trầm tích gần bờ mặc dù trầm tích được cung cấp, trầm tích tập trung chủ yếu ở xung quanh khu vực chân đê, trong phạm vi < 1 m.



Hình 11. Kết quả diễn biến biến đổi trầm tích đáy phía sau công trình cọc ly tâm đá đổ (PRBW) tương ứng với các kịch bản khác nhau về mực nước (D50, D58) và bố trí không gian kết cấu (G0, G1).

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Mục tiêu chính của nghiên cứu này nhằm thực hiện nghiên cứu về ảnh hưởng của bố trí khoảng hở cho loại đê giảm sóng cọc ly tâm đá đổ đối với hình thái đường bờ bằng thí nghiệm vật lý và mô hình toán (Xbeach). Các kết quả đã cung cấp một số hiểu biết quan trọng về sự bố trí khoảng hở giữa các đoạn đê giảm sóng. Quá trình vận chuyển trầm tích qua các khe hở và sự phân bố trầm tích phía sau công trình là rất quan trọng đối với sự ổn định và phát triển của đường bờ.

Quá trình bồi lắng bị chi phối bởi điều kiện mực nước và sự sắp xếp không gian của các khoảng hở. Tác động của việc mở rộng khoảng hở giữa các đoạn đê làm cho sóng và dòng chảy thay đổi cả về hướng và cường độ của dòng chảy do sóng. Hướng sóng và dòng chảy sinh ra do sóng phía sau đê bị phân tán do hiện tượng nhiễu xạ. Tại các vị trí xung quanh khoảng hở, cường độ dòng chảy và chiều cao sóng tăng.

Xem xét về quá trình trao đổi trầm tích, trong điều kiện mực nước thấp (đê nhô) khả năng khuấy động bùn cát do sóng lớn thì việc bố trí khoảng hở giúp gia tăng đáng kể lượng trầm tích trao đổi qua tuyến đê. Khi mực nước lớn, khả năng khuấy động bùn cát do sóng giảm thì vai trò của khoảng hở trong việc gia tăng trao đổi trầm tích là chưa thực sự rõ ràng. Trầm tích có trao đổi qua thân đê kết cấu xốp rỗng cọc ly tâm tuy nhiên phạm vi phân bố rất hạn chế, tập trung vùng sát chân đê, do năng lượng sóng và dòng chảy khu vực phía sau đê suy giảm, khả năng tái phân bố trầm tích cho khu vực này do đó cũng bị giảm theo, quá trình di chuyển trầm tích về phía bờ rất hạn chế. Nghiên cứu đã chỉ ra việc bố trí khoảng hở G = 1 m giúp trầm tích được trao đổi tốt hơn, dòng chảy do sóng đi vào phía khoảng hở đủ năng lượng để đưa trầm tích vào sâu hơn về phía bờ, rút ngắn thời gian bồi lắng và tăng phạm vi bồi lắng tuy nhiên mức độ gia tăng chỉ xảy ra cục bộ tại chính giữa khoảng hở.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Khoa học và Công nghệ Việt Nam trong khuôn khổ đề tài cấp quốc gia (số ĐTĐL.CN-47/18), "Thí nghiệm mô hình vật lý để nghiên cứu các biện pháp bảo vệ bờ biển đồng bằng sông Cửu Long". Xin chân thành cảm ơn Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

đã cung cấp toàn bộ dữ liệu, mô hình thí nghiệm, thiết bị đo đạc và các thông tin cần thiết. Xin chân thành cảm ơn sự hợp tác của nhóm nghiên cứu KIT, Cộng hòa Liên Bang Đức. Chân thành cảm ơn ý kiến đóng góp của các chuyên gia trong suốt quá trình thực hiện nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Văn Dương, Nguyễn Nguyệt Minh, Lê Duy Tú, Lê Xuân Tú, Đinh Công Sản, Trần Thùy Linh (2021). Xác định ảnh hưởng của chiều rộng đỉnh đến hiệu quả giảm sóng của đê giảm sóng cọc ly tâm - đá đổ trong máng song. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Thủy lợi,* số 66, tr. 63 – 72.

2. Irie, I., Nadaoka, K. (1984). Laboratory reproduction of seabed scour in front of breakwaters, in: Coastal Engineering. pp. 1715 - 1731.

3. Oumeraci, H. (1994). Review and analysis of vertical breakwater failures - lessons learned. Coastal engineering, 22, 3 - 29.

4. Soulsby, R. (1997). *Dynamics of marine sands: A Manual for Practical Applications. Publisher:* Thomas Telford. ISBN 072772584X, 9780727725844, 249 pages

5. Patrick Marchesiello and Dinh Cong San (2017). "The erosion process in the Lower Mekong Delta Coastal Zones (LMDCZ) and the measures for protecting Go-Cong and U-Minh from coastal erosion" Final Report, SIWRR (Contract No: AFD-SIWRR 2016).

6. Nguyen, N.-M., Do Van, D., Le, D.T., Pham, N.T., Nguyen, Q., Tran, B., Wright, D.P., Tanim, A.H., Anh, D.T. (2022b). Wave reduction efficiency for three classes of breakwaters on the coastal Mekong Delta. Applied Ocean Research 129, 103362.

7. Grasmeijer, B.T., Sies, E.M. (1995). Sediment concentrations and Sediment transport in case of Irregular breaking waves.

8. Houwman, K.T., Hoekstra, P. (1994). Shoreface hydrodynamics; Report part 1, field measurements near Egmond aan Zee. Imau, R94-2, Univ. of Utrecht, The Netherlands.

9. Kroon, A. (1994). Sediment transport and morphodynamics of the beach and nearshore zone near Egmond, The Netherlands. Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap.

10. XBeach (2022). XBeach user manual. https://xbeach.readthedocs.io/en/latest/user_manual.html. Accessed in: September 9th, 2022.

EXPERIMENTAL AND NUMERICAL MODELING OF PILE-ROCK BREAKWATER GAP ARRANGEMENT FOR OPTIMAL COASTAL EROSION PROTECTION IN DELTAIC COASTS

Nguyen Nguyet Minh[1], Dinh Cong San[1], Le Duy Tu[1], Do Van Duong[1], Truong Ngoc Dat[1]

[1]Southern Institute of Water Resources Research

Summary

Pile-Rock breakwaters (PRBW) have been constructed as a continuous long feature in the West Sea of the Mekong Delta. Being continuous breakwaters, their gap arrangement can influence the velocity field, sediment distribution, and their spatial orientation also influences sediment distribution and shoreline morphology. In this study, experimental and numerical modeling were performed to investigate the effect of breakwater gaps on bedload sediment transport and nearshore bed morphology. Across various hydrodynamic conditions the gap width was found to have a significant impact on bedload sediment transport and nearshore bed morphology. The studies found breakwater gaps result in high current speed and flow due to wave diffraction which subsequently also accelerates the shoreline and bed erosion process. The gaps also have a positive impact, facilitating sediment supply behind the breakwaters and therefore enhancing the living shoreline.

Keywords: *Physical model, XBeach, pile-rock breakwater, Mekong Delta.*

Người phản biện: PGS.TS. Lê Văn Hùng

Ngày nhận bài: 21/7/2023

Ngày thông qua phản biện: 21/8/2023

Ngày duyệt đăng: 28/8/2023

TỔNG QUAN CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ BỒI LẮNG HỒ CHỨA

Lê Thị Phương Hồng[1], Đinh Nhật Quang[2,*], Hồ Sỹ Tâm[2]

TÓM TẮT

Bồi lắng hồ chứa làm giảm khả năng trữ nước của các hồ, ảnh hưởng đến khả năng cấp nước, an ninh nguồn nước cũng như an toàn công trình. Các nghiên cứu về tính toán bồi lắng hồ chứa tập trung giải quyết hai vấn đề chính là ước tính lượng bùn cát bồi lắng theo thời gian và phân bố của chúng theo không gian. Có nhiều phương pháp khác nhau để tính toán bồi lắng, từ các phương pháp thực nghiệm đơn giản đến các mô hình toán phức tạp. Tuy nhiên, độ chính xác của phương pháp phụ thuộc vào chất lượng và độ dài của chuỗi số liệu thực đo. Với sự phát triển của công nghệ chụp/quét ảnh vệ tinh và ảnh bay chụp bằng máy bay không người lái (UAV), một số giải pháp ứng dụng công nghệ mới đã được áp dụng cho các nghiên cứu về đánh giá bồi lắng. Các kỹ thuật viễn thám thường được sử dụng kết hợp với các phương pháp khác, như đo đạc thực tế và mô hình toán, để đánh giá toàn diện về quá trình bồi lắng trong hồ chứa. Với ưu điểm cung cấp hình ảnh có độ phân giải cao, linh hoạt và có khả năng thu thập dữ liệu ở những khu vực khó tiếp cận, UAV cũng là một công cụ hiệu quả để chụp ảnh phục vụ cho việc giải đoán địa hình và phân tích bồi lắng. Nghiên cứu này sẽ đưa ra đánh giá tổng quan về các phương pháp đánh giá bồi lắng hồ chứa dựa trên những tài liệu mới nhất nhằm đem đến cho người đọc những kiến thức nghiên cứu mới nhất về chủ đề này.

Từ khóa: *Ảnh viễn thám, bồi lắng, hồ chứa thủy lợi, mô hình toán, UAV.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

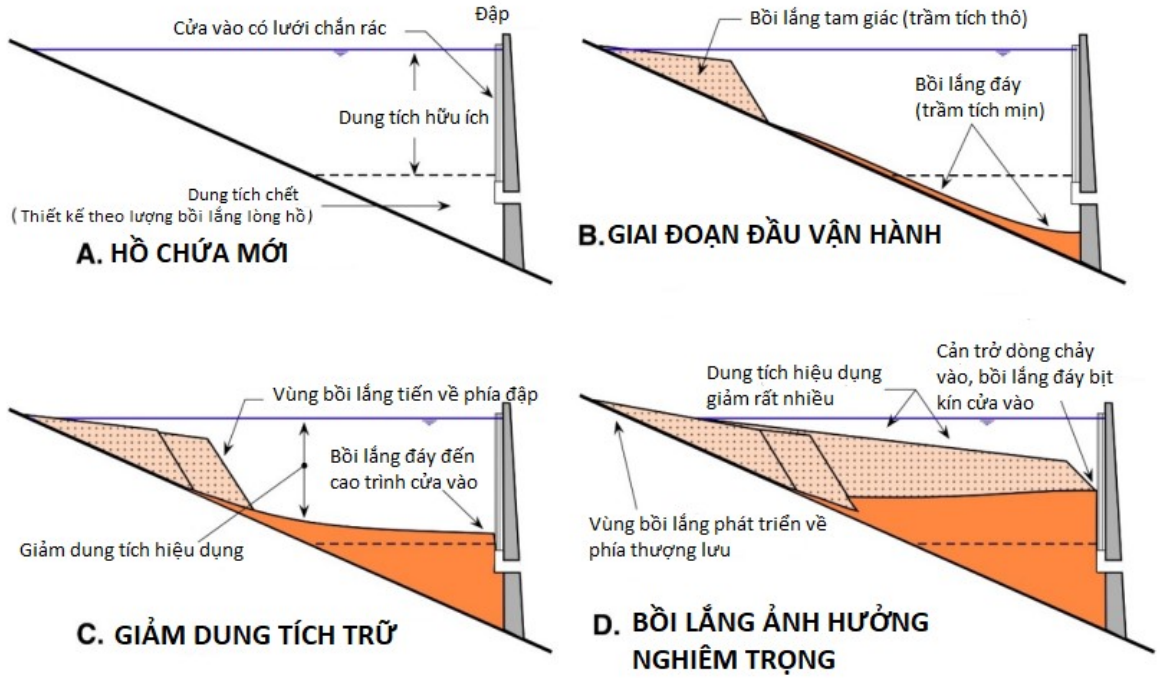
Bồi lắng hồ chứa là quá trình hồ chứa tích tụ bùn cát trong lòng hồ [1]. Quá trình bồi lắng và thay đổi hình thái của lòng hồ chịu tác động mạnh mẽ bởi các nguồn bùn cát khác nhau như: (i) lượng phù sa và bùn cát từ các sông suối đổ vào hồ, (ii) lượng đất, đá bồi lấp do sạt lở và tái tạo bờ khi hồ chứa tích nước và (iii) lượng bùn và đất lở trên lưu vực đổ vào hồ. Theo thời gian, quá trình bồi tích, lắng đọng phù sa và bùn cát trong hồ chứa không chỉ xảy ra ở phần dung tích chết mà còn ở cả phần dung tích hiệu dụng, dẫn đến các thay đổi hình thái lòng hồ và ảnh hưởng đến tuổi thọ cũng như năng lực của hồ chứa [2]. Ngoài ra, hiện tượng này còn làm thay đổi hệ sinh thái lòng hồ cũng như thủy vực mà công trình hồ chứa khống chế. Walling (2006) [3] ước tính khoảng 0,5 - 1% dung tích trữ hiện có trên thế giới bị mất mỗi năm do bồi lắng. Quá trình tích tụ trầm tích lâu dài trong hồ chứa (Hình 1) [4].

Tuổi thọ của các hồ chứa và hệ sinh thái thủy vực phụ thuộc vào mức độ bồi tích, lắng đọng phù sa và bùn cát trong lòng hồ. Do đó, hiện tượng này cần được quan tâm không chỉ trong giai đoạn thiết kế hồ chứa mà còn trong suốt quá trình vận hành hồ. Tuy nhiên, việc thiếu các dữ liệu về dòng chảy và bùn cát trên các sông nói chung và trong các hồ chứa nói riêng đã gây khó khăn rất lớn cho việc xác định và đánh giá định lượng lượng bùn cát tập trung trong hồ. Vì vậy, việc nghiên cứu và đánh giá hiện trạng, quá trình bồi lắng lòng hồ theo thời gian và không gian là hết sức cần thiết, nhằm tăng hiệu quả vận hành của hồ chứa cũng như làm tiền đề và cơ sở khoa học trong việc đề xuất các giải pháp khai thác sử dụng bền vững hồ chứa [2].

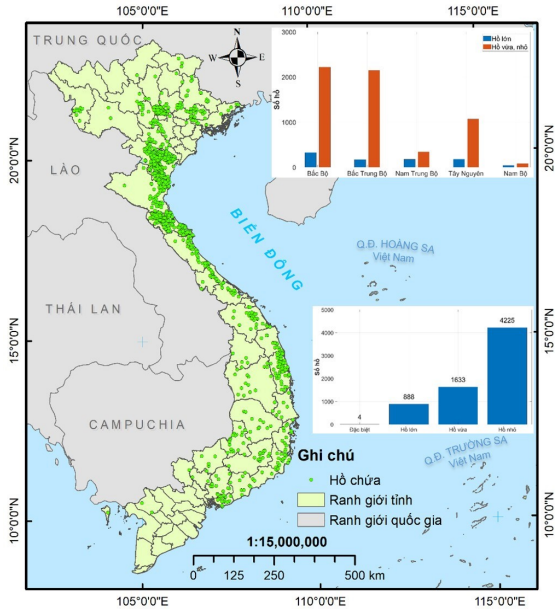
Theo số liệu thống kê, hiện cả nước có tổng số 6.648 hồ chứa thủy lợi (Hình 2) với tổng dung tích trữ khoảng 13,5 tỷ m^3 và được phân bố trên 45 tỉnh [5]. Những hồ chứa này đóng một vai trò rất lớn trong việc điều tiết nguồn nước, đảm bảo nhu cầu

[1] Viện Quy hoạch Thủy lợi
[2] Trường Đại học Thủy lợi
*Email: quang.dinh@tlu.edu.vn

tưới, sinh hoạt và cải thiện môi trường sinh thái. Tuy nhiên, các hồ chứa nước vừa và nhỏ trên phần lớn được xây dựng từ những năm 1980 và thường xuyên chịu tác động khắc nghiệt của mưa, lũ nên tiềm ẩn nhiều nguy cơ xảy ra sự cố trong mùa mưa bão. Ngoài ra, bồi lắng hồ chứa là một nguyên nhân quan trọng khiến dung tích hiệu dụng của hồ chứa bị giảm đi đáng kể, dẫn đến việc giảm năng lực cấp nước của công trình.



Hình 1. Quá trình bồi lắng trong hồ chứa



Hình 2. Các hồ chứa thủy lợi trên cả nước

Nhóm nghiên cứu về bồi lắng và bền vững hồ chứa quốc gia của Hoa Kỳ đã đưa ra khuyến nghị về tần suất cần đánh giá bồi lắng hồ chứa tương ứng với tốc bộ bồi lắng và tuổi thọ dự kiến của hồ chứa, trong đó tần suất đề xuất được tính bằng tuổi thọ của công trình chia cho trung bình 10 đợt khảo sát trong suốt quá trình hồ chứa vận hành [6]. Tại Việt Nam, việc quản lý an toàn đập, hồ chứa, cần kiểm định định kỳ 5 năm kể từ lần kiểm định gần nhất đối với đập, hồ chứa nước quan trọng đặc biệt, lớn và vừa trong đó có nội dung kiểm tra tình trạng sạt lở và bồi lắng lòng hồ chứa. Tuy nhiên, cho đến nay quy phạm tính toán bồi lắng hồ chứa ở Việt Nam vẫn chưa được ban hành.

Bồi lắng hồ chứa phụ thuộc vào lượng nước và bùn cát đến hồ, đặc tính của bùn cát, đặc điểm địa mạo hồ, quy trình vận hành các hồ chứa nên tính toán bồi lắng hồ chứa là bài toán phức tạp [7]. Nhìn chung, các nghiên cứu về bồi lắng hồ chứa tập trung giải quyết hai vấn đề chính là lượng bùn cát bồi lắng sau thời gian vận hành là bao nhiêu (hay tốc độ bồi lắng trung bình) và phân bố bùn cát bồi lắng theo không gian và thời gian ra sao? Hiện nay, có nhiều phương pháp đang được sử dụng để tính toán lượng bùn cát bồi lắng trong hồ cũng như sự phân bố của chúng như phương pháp kinh nghiệm, phương pháp so sánh thể tích,

phương pháp mô hình toán,... Gần đây, công nghệ viễn thám đã được áp dụng để đánh giá đặc tính của hồ chứa nhờ các ưu điểm của ảnh vệ tinh như độ bao phủ toàn cầu, chuỗi dữ liệu dài và tần suất chụp liên tục (có thể lên đến 2,3 ảnh/ngày nếu kết hợp ảnh của các vệ tinh Sentinel 2A-2B và Landsat 8 - 9 [8]. Công nghệ viễn thám đã mở ra một hướng đi mới và tiềm năng cho việc đánh giá bồi lắng hồ chứa một cách thường xuyên và kinh tế. Bên cạnh đó, công nghệ giải đoán ảnh từ máy bay không người lái (*Unmanned Aerial Vehicle* - UAV) cũng được sử dụng trong thời gian gần đây để thành lập bản đồ địa hình nhờ ưu điểm có độ chính xác cao, giá thành hợp lý.

Hiện nay, có rất ít nghiên cứu tổng quan về các phương pháp đánh giá bồi lắng hồ chứa trên các cơ sở dữ liệu khoa học uy tín (như Google Scholar, Web of Science, IEEE,...) và hầu hết chỉ đề cập đến các phương pháp truyền thống. Nghiên cứu này sẽ tổng hợp các phương pháp đánh giá bồi lắng hồ chứa cũng như đem đến cho người đọc những kiến thức nghiên cứu mới nhất về chủ đề này, từ đó có cái nhìn bao quát để đánh giá bồi lắng hồ chứa một cách phù hợp, linh hoạt và hiệu quả.

2. CÁC PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THỐNG ĐÁNH GIÁ BỒI LẮNG HỒ CHỨA

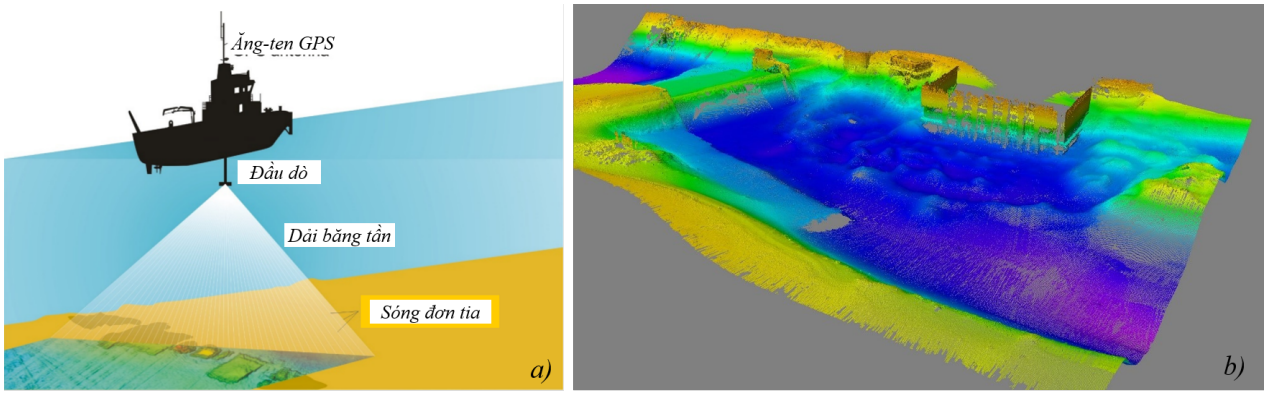
2.1. Phương pháp so sánh thể tích

Phương pháp so sánh thể tích là phương pháp sử dụng số liệu đo đạc địa hình lòng hồ theo các năm khác nhau để phân tích bồi lắng. Cụ thể, chênh lệch dung tích *(Δ V)* giữa hai lần đo liên tiếp được tính toán từ số liệu đo đạc địa hình lòng hồ để xác định phần hồ bị bồi hoặc xói trong thời gian tính toán.

$$\Delta V = V_T - V_S \quad (1)$$

Trong đó: V_T và V_S là thể tích tại đầu và cuối thời điểm tính toán; ΔV là lượng bùn cát bồi lắng trong thời kỳ tính toán.

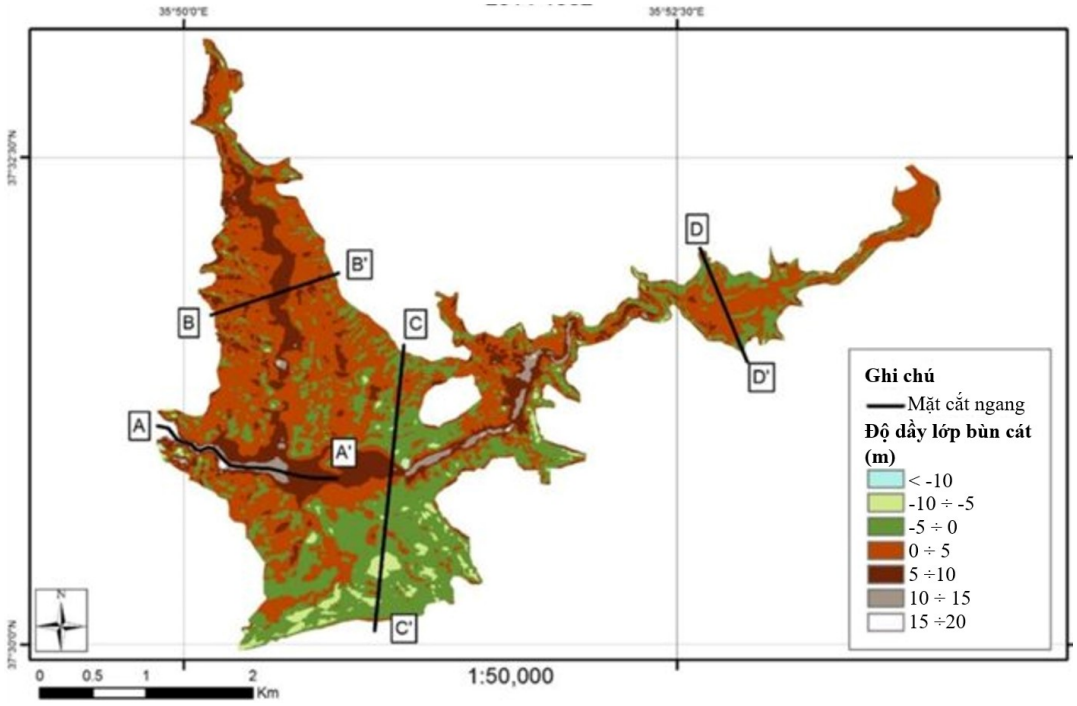
Địa hình trên cạn của hồ có thể đo đạc theo phương pháp truyền thống hoặc sử dụng công nghệ LiDAR (Light Detection And Range) [9]. Một trong các công nghệ hiện đại đang được sử dụng để đo địa hình dưới nước của các hồ chứa là sử dụng sóng hồi âm *(echo-sounder)*. Việc khảo sát địa hình dưới nước thông thường được thực hiện bằng thuyền sử dụng GPS và máy đo độ sâu, trong đó máy đo độ sâu một tia *(single beam)* thường được sử dụng để khảo sát vùng nước nông và máy đo độ sâu đa tia *(multi beam)* (Hình 3) thường được sử dụng để thăm dò vùng nước sâu (>7 m) [6]. Ví dụ, Cục khảo sát địa chất Hoa Kỳ kết hợp với Sở Bảo vệ Môi trường thành phố New York đã sử dụng sóng hồi âm đa tia để khảo sát địa hình lòng hồ cho 16 hồ chứa từ năm 2017 - 2019 [10].



Hình 3. (a) Sử dụng sóng hồi âm đa tia trong khảo sát địa hình và (b) Bình đồ độ sâu của hồ New Croton, New York đo đạc bằng sóng hồi âm đa tia

Mặc dù có độ chính xác cao nhưng việc đo đạc bình đồ địa hình lòng hồ định kỳ thường rất tốn kém và gặp nhiều khó khăn khi thực hiện thường xuyên. Trong thực tế, địa hình lòng hồ có thể được khảo sát theo các mặt cắt ngang cố định và bồi lắng hồ chứa được xác định theo nguyên lý sau: (i) hiệu số diện tích mặt cắt ứng với một cao trình mặt nước của năm sau trừ năm trước là lượng bồi hoặc xói tại mặt cắt đó trong khoảng thời gian tương ứng; (ii) lượng bồi hoặc xói của mỗi đoạn hồ

(khoảng cách hai mặt cắt kề nhau) được tính bình quân của hai hiệu số diện tích hai mặt cắt kề nhau nhân với khoảng cách giữa hai mặt cắt đó; (iii) bồi lắng toàn hồ bằng tổng cộng lượng bồi lắng trong các đoạn. Hình 4 thể hiện kết quả phân tích bồi lắng cho hồ chứa Kozan ở hạ lưu sông Ceyhan của Thổ Nhĩ Kỳ sử dụng phương pháp so sánh thể tích thông qua việc khảo sát các mặt cắt ngang cố định [11].



Hình 4. Bồi lắng của hồ chứa Kozan trong giai đoạn 1962 - 2014

2.2. Phương pháp thống kê

Phương pháp này sử dụng số liệu thực đo lượng bùn cát lơ lửng đến hồ, đo lượng bùn cát lắng đọng trong hồ, diễn biến hàm lượng bùn cát theo không gian và thời gian để tính toán bồi lắng. Sun và cs (2022) [12] đã sử dụng số liệu tại hai trạm đo dòng chảy, phù sa và đặt cố định ở thượng lưu và hạ lưu của hồ Manwan, một hồ chứa lớn thuộc lưu vực sông Lan Thương của Trung Quốc, từ năm 1993 - 2019 để tính toán lượng trầm tích bị giữ lại trong hồ. Các tác giả ước tính tổng lượng bồi lắng trong hồ là 472,9 triệu m^3, chiếm 51,4% tổng dung tích hồ. Salas và cs (1999) [13] đã sử dụng mô hình Monte Carlo để định lượng các yếu tố bất định của bồi lắng hồ chứa hàng năm và lũy tích bồi lắng theo thời gian. Trong thực tế, chuỗi số liệu bùn cát lơ lửng thường ngắn và đòi hỏi phải kéo dài một cách hợp lý, như xây dựng quan hệ giữa lưu lượng nước với lưu lượng bùn cát hoặc với tổng hàm lượng bùn cát. Ví dụ, sau khi thống kê và phân tích số liệu của 800 hồ chứa có diện tích lưu vực từ 2,5 - 75.000 km^2 ở Mỹ, Dendy và Bolton (1976) [14] đã đưa ra các phương trình kinh nghiệm dựa trên giả thiết lượng bùn cát năm là hàm của các đặc trưng lưu vực và các điều kiện thủy văn để tính toán bồi lắng hồ chứa.

2.3. Công thức và phương pháp kinh nghiệm

Các công thức kinh nghiệm cũng đã được sử dụng để tính toán lượng bùn cát bồi lắng trong hồ như công thức Shamow, công thức Garde hay công thức Lavshenkov [15]. Trong thực tế, để kiểm tra được độ tin cậy và sự phù hợp với từng vùng nghiên cứu của các công thức tính toán bồi lắng, cần so sánh kết quả tính toán từ công thức kinh nghiệm với số liệu thực đo. Sulaiman và cs (2021)[16] đã so sánh lượng bồi lắng thực đo trên sông Euphrates ở tỉnh Al Anbar, Iraq tại một mặt cắt xác định với kết quả tính toán khi sử dụng các công thức vận chuyển trầm tích của Ackers-White, Bagnold, Engelund-Hansen và chỉ ra công thức Engelund-Hansen đại diện tốt nhất cho dòng sông này. Tại Việt Nam, Long (2010) [17] đã sử dụng phương pháp so sánh thể tích của Shamov và phân bố bùn cát của Borland-Miller để nghiên cứu

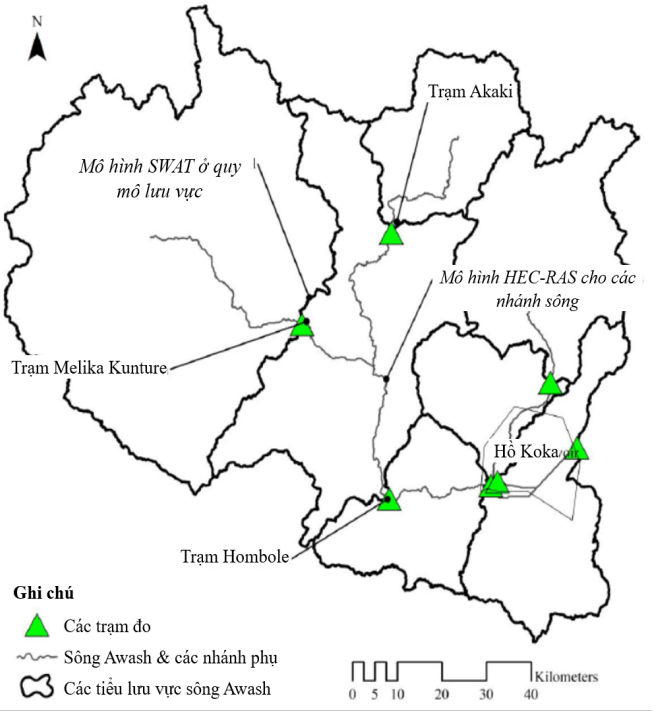
lượng bồi lắng lòng hồ Núi Cốc. Tuy nhiên, cho đến nay vẫn chưa có những nghiên cứu về việc hiệu chỉnh các công thức kinh nghiệm cho phù hợp với điều kiện các hồ chứa ở Việt Nam.

2.4. Phương pháp đồng vị phóng xạ

Krishanawami và cs (1971) [18] đã dùng đồng vị chì 210 (210Pb) và Xêzi 137 (137Cs) để xác định bồi lắng bùn cát trong hồ. Cơ sở của phương pháp là dựa vào đặc tính địa hóa của 210Pb và 137Cs, có thể so sánh hoạt tính của chúng trong mặt cắt trầm tích để xác định tuổi trầm tích của hồ và biết được lắng đọng trong vòng vài năm đến hàng chục năm (tối đa là 150 năm). Cụ thể, tác giả đã tiến hành lấy các cột bùn cát lòng hồ và xác định phân bố hàm lượng 210Pb theo chiều sâu cột bùn để từ đó tính được độ bồi lấp trung bình lòng hồ, tức là xác định được tuổi thọ của hồ. Phân bố theo chiều sâu cột bùn sẽ được khẳng định qua phân bố của 137Cs nhằm nâng cao tính chính xác của các tính toán. Sau đó mẫu nước và mẫu bùn ở trên bề mặt của lòng hồ cũng được lấy nhằm phân tích hàm lượng 210Pb trong thành phần hạt lơ lửng và trong mẫu bùn cát để xác định sự mất cân bằng đồng vị giữa pha nước và pha bùn cát. Trên cơ sở đó, đã tính thời gian lưu trung bình của nước hồ khi đã biết được cân bằng lượng nước vào và thoát ra khỏi hồ. Tuy nhiên, phương pháp này chỉ có thể áp dụng sau khi hồ đã tích nước được một số năm và kết quả tính toán chỉ có tác dụng hiệu chỉnh các dự báo bồi lắng trong quá trình thiết kế.

2.5. Phương pháp mô hình toán

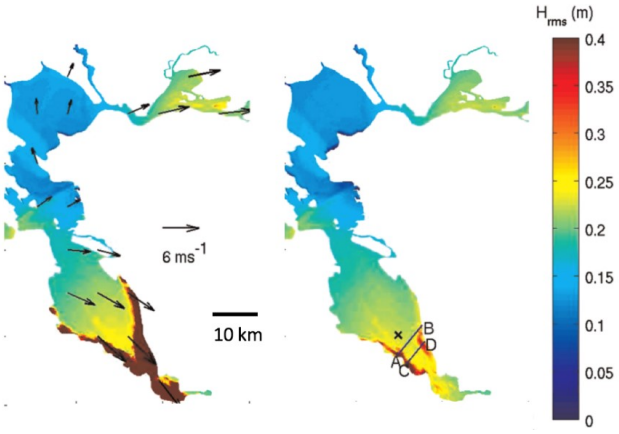
Với những tiến bộ về khả năng tính toán, các mô hình toán một, hai và ba chiều đã được sử dụng trong nhiều nghiên cứu trên thế giới để mô phỏng và tính toán tổng lượng và phân bố bùn cát bồi lắng trong hồ. Các phương trình liên tục dòng nước đục và phương trình liên tục bùn cát trong mô hình toán có thể được giải bằng phương pháp sai phân hữu hạn (*Finite Differences Method* - FDM), phần tử hữu hạn (*Finite Element Method* - FEM) hay phương pháp thể tích hữu hạn (*Finite Volume Method* - FVM). Ví dụ, EFDC và Delft3D là hai mô hình dựa trên phương pháp tiếp cận FDM được sử dụng để phân tích bồi lắng hồ chứa [1]. Mô hình SWAT (*Soil and Water Asessment Tool*) cũng sử dụng phương pháp sai phân hữu hạn và được ứng dụng nhiều trong thời gian gần đây để đánh giá bồi lắng hồ chứa, như hồ Tikvesk - hồ chứa lớn nhất Macedonia [19] hay hồ Manwan và Jinghong của Trung Quốc [12]. SWAT là mô hình chính xác và được áp dụng rộng rãi trong các mô hình đã được sử dụng để ước tính lượng bùn cát đến các hồ chứa [20]. Để xác định bồi lắng hồ chứa theo không gian, các mô hình thủy động lực học một chiều và đa chiều (hai chiều và ba chiều) thường được áp dụng để mô phỏng sự biến đổi của đáy hồ. Việc kết hợp giữa mô hình lưu vực SWAT và mô hình thủy động lực học HEC-RAS để mô phỏng bồi lắng đã được Tadesse và Dai (2019) [21] sử dụng để ước tính bồi lắng ở cấp độ lưu vực và dự đoán quá trình bồi lắng tại hồ Koka thuộc lưu vực sông Awash ở Ethiopia (Hình 5).



Hình 5. Kết hợp mô hình lưu vực và mô hình thủy động lực học tính toán bồi lắng

Tại Việt Nam, phương pháp mô hình toán cũng được sử dụng để đánh giá bồi lắng hồ chứa như mô hình HEC-6 của Trung tâm Kỹ thuật Thủy văn Quân đội Mỹ; mô hình RUS-1 của Viện Thủy công Matxcova; mô hình WENDY của Viện Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường Delft [22]; bộ mô hình Mike11 và Mike21 của Viện Thủy lực Đan Mạch; hay mô hình SWAT. Lan (2008)[23] đã sử dụng mô hình một chiều HEC-6 để dự đoán bùn

cát cho hồ chứa Thác Bà và hồ chứa Cửa Đạt. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu [24] đã sử dụng mô hình Mike21 để nghiên cứu bồi lắng hồ chứa Tuyên Quang. Lan (2020) [25] sử dụng mô hình SWAT và Mike để nghiên cứu vận chuyển bùn cát đến hồ và lượng bùn cát bồi lắng của một số hồ chứa vùng Tây Nguyên. Tuy nhiên, những nghiên cứu này vẫn còn một số hạn chế do không có số liệu bùn cát đáy thực đo (các tác giả thường phải giả thiết một lượng bùn cát đáy nhất định). Bên cạnh đó, mặc dù các mô hình tính có thể đánh giá được bồi lắng lòng hồ theo không gian và thời gian (Hình 6) nhưng chúng đòi hỏi một lượng số liệu đo đạc lớn và chi tiết để thiết lập, hiệu chỉnh và kiểm định mô hình.



Hình 6. Đánh giá bồi lắng hồ chứa sử dụng mô hình toán

3. PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH ẢNH TRONG ĐÁNH GIÁ BỒI LẮNG HỒ CHỨA

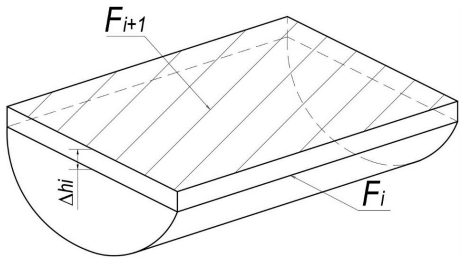
3.1. Phân tích bồi lắng hồ chứa theo thời gian

Việc phân tích và đánh giá bồi lắng hồ chứa theo thời gian có thể được thực hiện thông qua việc phân tích biến động bề mặt nước của hồ sử dụng công thức (2) hoặc (3).

$$V = \sum_{i=1}^{n}\left[\Delta h_{i,i+1}\left(\frac{F_i+F_{i+1}}{2}\right)\right] \quad (2)$$

$$V = \sum_{i=1}^{n}\left[\Delta h_{i,i+1}\left(\frac{F_i+\sqrt{F_i+F_{i+1}}+F_{i+1}}{3}\right)\right] \quad (3)$$

Trong đó: i là số thứ tự các đường đẳng cao; V là thể tích hồ ứng với mực nước nào đó; F là diện tích mặt hồ ứng với đường đẳng cao nào đó; Δh là khoảng chênh cao giữa hai đường đẳng cao liên tiếp (Hình 7).

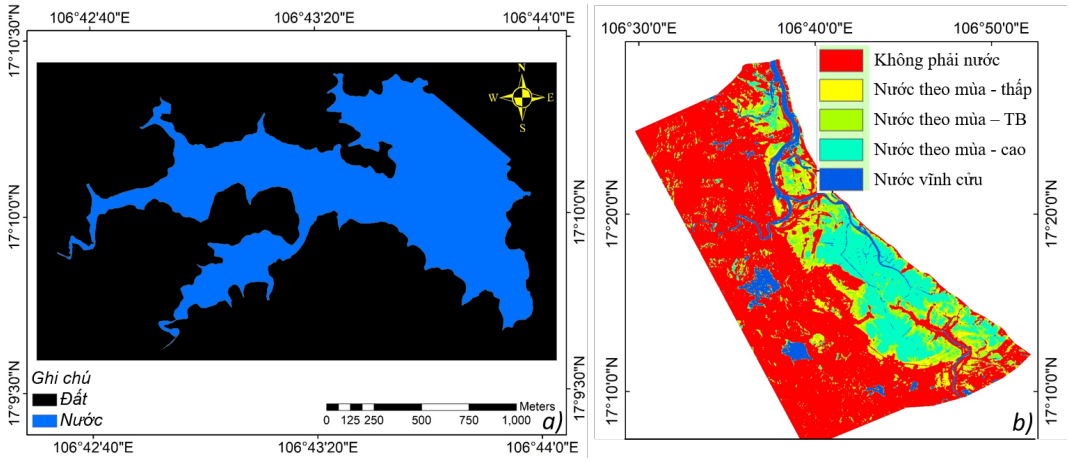


Hình 7. Sơ đồ một đoạn sông - hồ

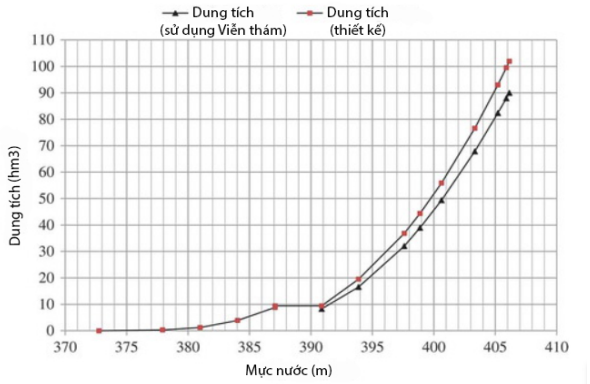
Trong thực tế, mực nước hồ h_i thường được xác định bằng các thiết bị quan trắc mực nước tự động, hoặc thủ công, hoặc thông qua việc giải đoán các ảnh cao độ vệ tinh [26]. Ngoài ra, diện tích bề mặt nước hồ có thể được xác định thông qua việc sử dụng công nghệ viễn thám, một công nghệ mới phát triển nhưng đã nhanh chóng được áp dụng được trong lĩnh vực quản lý và giám sát tài nguyên nước. Các dữ liệu vệ tinh có ưu điểm về phạm vi bao phủ rộng, tần suất ảnh nhiều, dữ liệu lịch sử tốt, hình ảnh rõ nét và ổn định, thông tin phong phú với chi phí thấp và đôi khi truy cập miễn phí. Phương pháp phát hiện và trích xuất tự động bề mặt nước từ ảnh viễn thám có thể được chia thành hai nhóm chính là phân ngưỡng (*threshold segmentation*) và phân loại hình ảnh (*image classification)* [27]. Trong khi các phương pháp phân loại hình ảnh sử dụng phổ, kết cấu và các đặc điểm không gian của cả ảnh và mặt đất để giải đoán bề mặt nước, các phương pháp phân ngưỡng chủ yếu giải đoán bề mặt nước dựa trên đặc tính quang phổ.

Dựa trên nguyên tắc của ảnh quang học là độ phản xạ của nước thấp hơn so với các loại đất khác trong các kênh hồng ngoại, nhiều phương pháp phân ngưỡng đã được phát triển để phát hiện và trích xuất các vùng nước từ ảnh viễn thám quang học thông qua việc sử dụng các chỉ số nước như NDWI, mNDWI, AWEI,.... [28]. Đã có nhiều nghiên cứu áp dụng các chỉ số nước trên cho nhiều mục đích khác nhau như phát hiện vùng nước, quản lý vùng đầm lầy, thay đổi lớp phủ đất, thay đổi hình thái sông và ven biển và quản lý thiên tai [29]-[32]. Đối với các ảnh Radar (không phụ thuộc vào thời tiết), giá trị ngưỡng thường được xác định bằng cách phân tích biểu đồ cường độ tán xạ ngược SAR *(SAR backscatter intensity)* và ước tính các phân bố xác suất của các pixel

nước và không phải nước [33]. Tùy thuộc vào sự thay đổi của các ngưỡng, các phương pháp phân ngưỡng có thể được chia thành hai loại: i) ngưỡng chung (*global thresholding*) sử dụng một ngưỡng duy nhất cho toàn bộ ảnh; ii) ngưỡng cục bộ (*local thresholding*) trong đó các ngưỡng khác nhau được sử dụng cho các vùng khác nhau của ảnh. Hiện nay, hầu hết các phương pháp phân ngưỡng (áp dụng cho ảnh radar) để trích xuất bề mặt nước đều thuộc nhóm đầu tiên. Minh (2023) [34] đã xây dựng bộ công cụ trên nền tảng Google Earth Engine hoàn toàn tự động để giám sát nước mặt và lập bản đồ biến động bề mặt nước cho lưu vực sông Nhật Lệ, của tỉnh Quảng Bình từ ảnh radar (Hình 8).



Hình 8. (a) Bề mặt nước hồ Phú Hòa giải đoán và (b) biến động bề mặt nước trên lưu vực sông Nhật Lệ



Hình 9. So sánh đường quan hệ mực nước và dung tích của hồ Patratu tại thời điểm thiết kế (1968) và thời điểm khảo sát (2012) để đánh giá bồi lắng

Như các phân tích ở trên, bất kỳ khi nào có ảnh vệ tinh, ta có thể giải đoán được bề mặt nước để xác định được diện tích mặt nước *(F_i)* và biết được mực nước hồ *(h_i)* từ đó sẽ tính được dung tích hồ chứa *(V_i)* theo công thức (2) hoặc (3). Việc tính toán được thực hiện cho các thời điểm khác nhau, khi mực nước hồ dao động, từ đó xây dựng được đường quan hệ mực nước - diện tích - dung tích mới của hồ. Cuối cùng, bồi lắng hồ chứa theo thời gian sẽ được xác định thông qua việc so sánh thể tích hồ chứa tại thời điểm tính toán với thể tích hồ chứa tại thời điểm ban đầu (dung tích thiết kế). Pandey và cs (2016) [35] đã nghiên cứu đánh giá bồi lắng của hồ chứa Patratu, Ấn Độ bằng cách sử dụng dữ liệu vệ tinh và dữ liệu mực nước hồ chứa từ năm 2006 - 2012. Kết quả nghiên cứu cho thấy, tỷ lệ bùn cát bồi lắng trong hồ cao khiến dung tích lưu trữ trực tiếp của hồ chứa Patratu đã giảm từ 101,95 xuống 89,96 hm^3 (mất đi 11,76% dung tích) (Hình 9).

3.2. Phân tích bồi lắng hồ chứa theo không gian

Các nghiên cứu về bồi lắng hồ chứa không những cần ước tính được lượng bùn cát bồi lắng sau thời gian vận hành mà còn phải xác định được phân bố bùn cát bồi lắng theo không gian. Như đã phân tích (Mục 2.1), các phương pháp khảo sát địa hình trên cạn và dưới nước hiện nay cho kết quả rất chính xác (sai số trong khoảng vài cm). Hiện nay, máy đo hồi âm đa tia sử dụng ở độ sâu lên tới 1 m với độ phân giải đạt 0,05 m (tương đương với độ chính xác của dữ liệu LiDAR) [36]. Tuy nhiên, những kỹ thuật này chỉ phù hợp với các khu vực tương đối nhỏ và thường bị hạn chế do những khó khăn về thiết bị và chi phí cao. Gần đây, các kỹ thuật viễn thám cung cấp một lựa chọn khả thi về chi phí và có thể là công cụ hiệu quả để xác định

độ sâu của các khu vực nước nông, đặc biệt là ở vùng sâu, vùng xa và khu vực nguy hiểm [37]; từ đó có thể phân tích được phân bố bồi lắng theo không gian và thời gian.

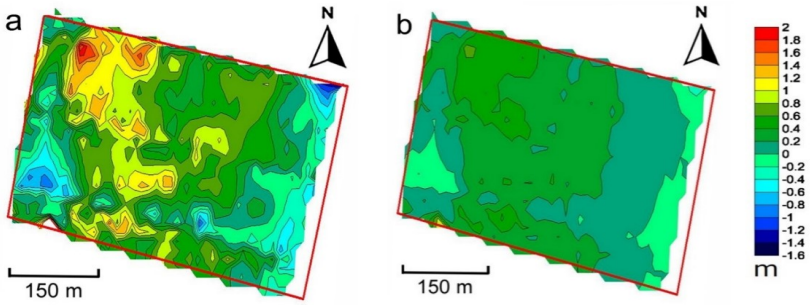
Khả năng của các cảm biến vệ tinh để thu thập thông tin nước trong các dải đa phổ *(multispectial band)* cho phép người dùng nghiên cứu và giải đoán địa hình từ ảnh vệ tinh. Nguyên tắc giải đoán địa hình đáy ở vùng nước nông là ánh sáng lục và lam xuyên qua cột nước và bị suy giảm theo cấp số nhân khi độ sâu của nước tăng lên. Phương pháp tỷ lệ log-band (*log-band ratio*) giả định rằng khu vực nghiên cứu có đáy đồng nhất và tỷ lệ dải log của hệ số phản xạ nước giảm tuyến tính với độ sâu của nước như phương trình (4) [38].

$$Z = m_1 x \frac{ln(nR_w(\lambda i))}{ln(nR_w(\lambda j))} - m_o \quad (4)$$

Trong đó: Z là độ sâu tuyệt đối của nước; m_1 là hằng số có thể điều chỉnh được sử dụng để chia tỷ lệ với độ sâu; R_w (không thứ nguyên) phản xạ quang phổ quan sát được; đối với hệ số n chúng ta có thể sử dụng bất kỳ số dương nào đủ lớn để tất cả các pixel trong ảnh đều sử dụng logarit trong tỷ lệ là dương; λ_i và λ_j là bước sóng của dải màu xanh lam và dải màu xanh lục; và m_o là phần bù cho độ sâu 0 m.

Các phương pháp giải đoán địa hình trên sử dụng các cảm biến (*sensor*) thụ động như Landsat-8/OLI *(Operational Land Imager)*, Sentinel-2/MSI *(Multi Spectral Instrument)*, WorldView, Quickbird, IKONOS, Pleiades,... và chủ động như ERS-1 và 2, TerraSAR-X, Sentinel-1,... Muzirafuti và cs (2020) [36] đã sử dụng phương pháp tỷ lệ log-band và phương pháp phân tích tỷ lệ băng tần tối ưu (OBRA) để giải đoán địa hình cho vùng ven biển Misano, Italy từ hình ảnh vệ tinh QuickBird. Mối tương quan chặt chẽ giữa kết quả giải đoán theo hai phương pháp với địa hình thực đo cho thấy mức độ tin cậy cao của các kết quả giải đoán địa hình từ ảnh vệ tinh thu được cho khu vực nghiên cứu.

Ngoài công nghệ giải đoán ảnh viễn thám, trong thời gian gần đây công nghệ chụp ảnh sử dụng máy bay có người lái và không người lái (UAV) cũng được áp dụng để giải đoán địa hình nhờ ưu điểm có độ chính xác cao và giá thành vừa phải. Máy bay có người lái thường được sử dụng để khảo sát cho khu vực rộng lớn trong khi máy bay không người lái có được sử dụng hiệu quả cho các khu vực nhỏ hơn [6]. Rossi và cs (2020) [39] đã nghiên cứu sử dụng ảnh viễn thám và ảnh UAV để giải đoán địa hình vùng ven biển rộng 0,5 km^2 nằm ở phía nam thành phố San Vincenzo, Italy và cho thấy khả năng ứng dụng tốt của ảnh UAV trong việc giải đoán địa hình. Cụ thể, sự khác biệt giữa địa hình khảo sát (bằng máy đo hồi âm đa tia) với kết quả giải đoán ảnh từ UAV nhỏ hơn kết quả giải đoán từ ảnh viễn thám với sai lệch chỉ trong khoảng 20 cm ở vùng nước nông (Hình 10).



Hình 10. Sai số giữa địa hình khảo sát thực tế với địa hình giải đoán từ ảnh viễn thám (a) và ảnh UAV (b)

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Bồi lắng hồ chứa không những ảnh hưởng đến khả năng cấp nước, an ninh nguồn nước mà còn ảnh hưởng tới sự an toàn của công trình. Hiện nay, có nhiều phương pháp đang được áp dụng để đánh giá bồi lắng hồ chứa như phương pháp so sánh thể tích, phương pháp công thức kinh nghiệm, phương pháp mô hình toán hay phương pháp giải đoán ảnh

viễn thám và ảnh UAV. Mặc dù phương pháp sử dụng dữ liệu thực đo (đo đạc địa hình trên cạn và dưới nước hoặc đo đạc lượng bùn cát lơ lửng và bùn cát đáy) cho kết quả chính xác, nhưng việc đo đạc thường rất tốn kém nên khó thực hiện định kỳ cho các hồ chứa. Các công thức kinh nghiệm và mô hình toán được áp dụng phổ biến trong nhiều nghiên cứu với các ưu điểm về yêu cầu dữ liệu đầu vào và tính phổ cập khi có thể áp dụng cho nhiều loại hồ chứa khác nhau. Nhưng nhược điểm của các phương pháp này là cần dữ liệu thực đo đủ dài để hiệu chỉnh các công thức cho phù hợp với điều kiện thực tế của từng vùng. Gần đây, sự phát triển của công nghệ viễn thám cũng như công nghệ giải đoán ảnh đã giúp phát hiện và trích xuất bề mặt nước, từ đó xác định được dung tích hồ chứa một cách thường xuyên và linh hoạt. Ảnh vệ tinh và UAV cũng có thể sử dụng để giải đoán địa hình trên cạn và địa hình đáy ở các vùng nước nông một cách tương đối chính xác. Ảnh chụp UAV có giá thành cao hơn ảnh viễn thám nhưng cho kết quả giả đoán địa hình chính xác hơn, tuy nhiên chỉ phù hợp áp dụng cho các vùng nghiên cứu nhỏ.

4.2. Kiến nghị

Với yêu cầu về việc kiểm định các hồ chứa định kỳ trong đó có nội dung về đánh giá bồi lắng, sử dụng công nghệ giải đoán ảnh vệ tinh và ảnh UAV kết hợp các phương pháp truyền thống là hướng mới và tiềm năng để giảm chi phí và đáp ứng yêu cầu trong công tác quản lý, vận hành hồ. Việc xây dựng bộ công cụ giải đoán bề mặt nước và địa hình đáy sử dụng công nghệ giải đoán ảnh sẽ giúp đánh giá bồi lắng hồ chứa một cách thường xuyên với chi phí hợp lý và độ chính xác tương đối cao. Cần có thêm các nghiên cứu và ứng dụng để tìm ra giải pháp kết hợp giữa các phương pháp để cho kết quả đánh giá bồi lắng chính xác nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. A. Das, A. K. Gupta, R. Remesan (2020). Sediment deposition and distribution modelling in reservoirs: current trends and prospects. *Proc. Inst. Civ. Eng. - Water Manag.*, vol. 173, no. 4, pp. 172–188, Aug, doi: 10.1680/jwama.19.00055.

2. Chiến P. V. và Lan P. T. H. (2019). Nghiên cứu đánh giá bồi lắng lòng hồ Đăk Uy, tỉnh Kon Tum theo phương pháp đo đạc hiện trường. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, Số 64, tr. 45-53.

3. D. E. Walling (2006). Human impact on land–ocean sediment transfer by the world's rivers. *Geomorphology*, vol. 79, no. 3, pp. 192–216, Sep, doi: 10.1016/j.geomorph.2006.06.019.

4. T. J. Randle *etal.* (2021). Sustaining United States reservoir storage capacity: Need for a new paradigm. *J. Hydrol.*, vol. 602, p. 126686, Nov. 2021, doi: 10.1016/j.jhydrol.2021.126686.

5. Tổng cục Thủy lợi (2020). Sổ tay tra cứu thông tin đập, hồ chứa nước. Hà Nội.

6. T. Randle and D. Larsen (2021). Guidelines for Developing Reservoir Sedimentation Monitoring Plans. pp. 1 - 35.

7. N. K. Dũng (2014). Phương pháp tính toán bồi lắng cát bùn cho hệ thống hồ chứa bậc thang. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, Số 8, tr. 43-47.

8. J. Li and B. Chen (2020). Global Revisit Interval Analysis of Landsat-8 -9 and Sentinel-2A - 2B Data for Terrestrial Monitoring. *Sensors*, vol. 20, no. 22, Nov. doi: 10.3390/s20226631.

9. Tùng Đ. T., Thủy H., và Hiền Đ. T. T. (2014). Công nghệ Lidar trong thành lập mô hình 3D khu vực đô thị. *Tạp chí Khoa học đo đạc và Bản đồ*, Số. 21, Sep. doi:10.54491/jgac.21.115.

10. A. N. Elizabeth and J. H. Courtney (2021). Bathymetry of New York City'East of Hudson reservoir and Controlled lake. *Scientific Investigations Report*, 2021.

11. Ş. P. Güvel (2021). Investigation of Sediment Deposition in Dam Reservoirs. vol. 36, no. 4, pp. 869 - 878.

12. Z. Sun *et al.* (2022). Estimation of sedimentation in the Manwan and Jinghong reservoirs on the Lancang river. *Water Supply*, vol. 22, no. 4, Apr, doi: 10.2166/ws.2022.051.

13. J. D. Salas and H. - S. Shin. (1999). Uncertainty Analysis of Reservoir Sedimentation. *J. Hydraul. Eng.*, vol. 125, no. 4, Apr, doi: 10.1061/(ASCE)0733-9429(1999)125:4(339).

14. F. E. Dendy and G. C. Bolton (1976). Sediment yield-runoff drainage area relationships

in the United States. *J. Soil Water Conserv.*, no. 31, pp. 264-266.

15. Tiêu chuẩn quốc gia. TCVN 10778: 2015 - Hồ chứa - Xác định các mực nước đặc trưng.

16. S. O. Sulaiman *etal.* (2021). Evaluation of sediment transport empirical equations: case study of the Euphrates River West Iraq. *Arab. J. Geosci.*, vol. 14, no. 10, doi: 10.1007/s12517-021-07177-1.

17. N. L. Long (2010). Đánh giá sự bồi lắng lòng hồ Núi Cốc, đề xuất giải pháp bảo vệ và phát triển bền vững. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, Số. 31, tr. 46–51.

18. S. Krishnaswamy *et al.* (1971). Geochronology of lake sediments. *Earth Planet. Sci. Lett.*, vol. 11, no. 1–5, May, doi: 10.1016/0012-821X(71)90202-0.

19. D. Ivanoski, S. Trajkovic, M. Gocic (2019). Estimation of sedimentation rate of Tikvesh Reservoir in Republic of Macedonia using SWAT. *Arab. J. Geosci.*, vol. 12, no. 14, Jul, doi: 10.1007/s12517-019-4583-x.

20. N. T. Hien, L. T. T. Hien (2021). Selection of appropriate mathematical models to simulate sediment flow and reservoir sedimentation. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, vol. 77, pp. 71-79.

21. A. Tadesse and W. Dai (2019). Prediction of sedimentation in reservoirs by combining catchment based model and stream based model with limited data. *Int. J. Sediment Res.*, vol. 34, no. 1, pp. 27-37, Jan, doi: 10.1016/j.ijsrc.2018.08.001.

22. L. X. Quang, N. X. Lâm và L. H. Dũng (2021). Phương pháp xác định bồi lắng bùn cát hồ Dầu Tiếng. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*, Số. 66, tr. 1–12.

23. Lan P. T. H. (2008). Vấn đề nghiên cứu lựa chọn mô hình toán tính toán bồi lắng hồ chứa ở Việt Nam. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, no. 21, pp. 68-73.

24. Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Biến đổi khí hậu (2014). Xác định cơ sở khoa học ứng dụng mô hình 2 chiều trong tính toán, đánh giá, dự báo bồi lắng hồ chứa Tuyên Quang. *Báo cáo tổng kết đề tài cấp bộ*.

25. Lan P. T. H. (2020). Nghiên cứu bồi lắng hồ chứa vừa và lớn khu vực Tây Nguyên và đề xuất giải pháp giảm thiểu nâng cao hiệu quả khai thác, đảm bảo an toàn hồ chứa. *Báo cáo Đề tài cấp bộ 2021-02-715/KQNC*.

26. Frappart, F. *et al.* (2021). Automatic Detection of Inland Water Bodies along Altimetry Tracks for Estimating Surface Water Storage Variations in the Congo Basin. Remote Sens., vol. 13, doi: 10.3390/rs13193804.

27. J. Li *etal.* (2022). Satellite Detection of Surface Water Extent: A Review of Methodology. *Water*, vol. 14, no. 7, Jan, doi: 10.3390/w14071148.

28. C. Huang *et al.* (2018). Detecting, Extracting, and Monitoring Surface Water From Space Using Optical Sensors: A Review. *Rev. Geophys.*, vol. 56, no. 2, pp. 333-360, doi: 10.1029/2018RG000598.

29. A. N. M. Eid *et al.* (2020). Inland wetland time-series digital change detection based on SAVI and NDWI indecies: Wadi El-Rayan lakes, Egypt. *Remote Sens. Appl. Soc. Environ.*, vol. 19, p. 100347, Aug. 2020, doi: 10.1016/j.rsase.100347.

30. V. Shashikant *et al.* (2021). Utilizing TVDI and NDWI to Classify Severity of Agricultural Drought in Chuping, Malaysia. *Agronomy*, vol. 11, no. 6, Jun, doi: 10.3390/agronomy11061243.

31. D. N. Quang *etal.* (2021). Remote sensing applications for reservoir water level monitoring, sustainable water surface management, and environmental risks in Quang Nam province, Vietnam. *J. Water Clim. Change*, no. jwc2021347, Jun, doi: 10.2166/wcc.2021.347.

32. D. N. Quang *et al.* (2021). Long-Term Shoreline Evolution Using DSAS Technique: A Case Study of Quang Nam Province, Vietnam. *J. Mar. Sci. Eng.*, vol. 9, no. 10, Oct, doi: 10.3390/jmse9101124.

33. J. Liang and D. Liu (2020). A local thresholding approach to flood water delineation using Sentinel-1 SAR imagery. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, vol. 159, pp. 53-62, Jan, doi: 10.1016/j.isprsjprs.2019.10.017.

34. V. A. Minh (2023). Detecting and monitoring surface water dynamic in Nhat Le river basin, Quang Binh province. Master Thesiss.

35. A. Pandey *et al.* (2016). Assessment of reservoir sedimentation using remote sensing and recommendations for desilting Patratu Reservoir, India. *Hydrol. Sci. J.*, vol. 61, no. 4, pp. 711-718, Mar, doi: 10.1080/02626667.2014.993988.

36. A. Muzirafuti *et al.* (2020). The Contribution of Multispectral Satellite Image to Shallow Water Bathymetry Mapping on the Coast of Misano Adriatico, Italy. *J. Mar. Sci. Eng.*, vol. 8, no. 2, Feb, doi: 10.3390/jmse8020126.

37. E. Salameh *etal.* (2019). Monitoring Beach Topography and Nearshore Bathymetry Using Spaceborne Remote Sensing: A Review. *Remote Sens.*, vol. 11, no. 19, p. 2212, Sep, doi: 10.3390/rs11192212.

38. R. P. Stumpf, K. Holderied, and M. Sinclair (2003). Determination of water depth with high-resolution satellite imagery over variable bottom types. *Limnol. Oceanogr.*, vol. 48, no. 1part2, Jan, doi: 10.4319/lo.2003.48.1_part_2.0547.

39. L. Rossi, I. Mammi, and F. Pelliccia (2020). UAV-Derived Multispectral Bathymetry". *Remote Sens.*, vol. 12, no. 23, Nov, doi: 10.3390/rs12233897.

A REVIEW OF METHODOLOGY FOR RESERVOR SEDIMENTATION ASSESSMENT

Le Thi Phuong Hong[1], Dinh Nhat Quang[2], Ho Sy Tam[2]

[1]Institute of Water Resources Planning

[2]Thuyloi University

Summary

Sedimentation reduces the water storage capacity of reservoirs, affecting water supply capacity, water security as well as construction safety. Studies on reservoir sedimentation focus on estimating the sedimentation rates, storage capacity losses over time and analyzing the spatial distribution of sediment in the reservoir. Many methods currently exist for investigating sedimentation, ranging from simple methods to complex mathematical methods. However, their accuracy strongly depends on the quality and length of the measured data series. With the development of satellite image capture/scanning technology and Unmanned Aerial Vehicle (UAV) aerial photography, new remote sensing technologies have been adopted for the assessment of reservoir sedimentation. Remote sensing techniques are often used in combination with surveyed data and physically-based models, to provide comprehensive assessments of sedimentation in reservoirs. The UAV is also an effective tool for imaging, topographic interpretation, and sediment assessment in reservoirs because it provides high-resolution and flexibility imaging as well as the ability to collect data in remote areas. This study aims at reviewing the methodologies for reservoir sedimentation assessment based on the latest literature in order to provide readers with the latest research knowledge on this topic.

Keywords: *Irrigation reservoir, physically-based model, remote sensing, sedimentation, UAV.*

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Thanh Hùng

Ngày nhận bài: 19/7/2023

Ngày thông qua phản biện: 18/8/2023

Ngày duyệt đăng: 25/8/2023

KẾT QUẢ XÂY DỰNG BỘ TIÊU CHÍ VỀ CÔNG TRÌNH CHUYỂN NƯỚC, LIÊN KẾT NGUỒN NƯỚC: NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG CHO TRƯỜNG HỢP CÁC TUYẾN CHUYỂN NƯỚC TIỀM NĂNG VÙNG BẮC TRUNG BỘ

Lương Ngọc Chung[1], Nguyễn Văn Tuấn[1],
Phạm Công Thành[1], Nguyễn Nguyên Hoàn[1,*]

TÓM TẮT

Giải pháp chuyển nước đã được nghiên cứu và triển khai ở nhiều khu vực trên thế giới và Việt Nam. Bên cạnh các mặt tích cực như khai thác sử dụng hiệu quả tài nguyên nước, tạo động lực phát triển kinh tế - xã hội, môi trường thì cũng gây ra nhiều tác động tiêu cực cho môi trường, sinh thái và xã hội. Vì vậy để có cơ sở sàng lọc, lựa chọn nhằm phát huy tối đa lợi ích và giảm thiểu những tác động tiêu cực tới môi trường, sinh thái, xã hội cho các khu vực có nhiều tiềm năng thực hiện các dự án chuyển nước như vùng Bắc Trung bộ, đòi hỏi phải xây dựng một bộ tiêu chí cụ thể. Nghiên cứu này phân tích phương pháp và các bước nghiên cứu đề xuất bộ tiêu chí phù hợp cho giải pháp chuyển nước vùng Bắc Trung bộ, trong đó chú trọng đến phương pháp AHP (phân tích thứ bậc) để làm rõ trọng số và thứ tự ưu tiên các tiêu chí. Qua đó giúp cho các nhà khoa học, nhà quản lý làm cơ sở phân tích, đánh giá tính khả thi của các giải pháp chuyển nước vùng Bắc Trung bộ.

Từ khóa: *Bộ tiêu chí, phương pháp AHP, vùng Bắc Trung bộ.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc tích trữ, liên kết nguồn nước và chuyển nước nhằm nâng cao hiệu quả khai thác và sử dụng tài nguyên nước đã được nghiên cứu và thực hiện nhiều nơi trên thế giới. Điển hình như dự án Nam Thuỷ Bắc Điều ở Trung Quốc sẽ nối bốn con sông chính phía Nam gồm Trường Giang, Hoàng Hà, Hải Hà và sông Hoài với ba tuyến vận chuyển nước chính, gần 50 tỷ mét khối nước mỗi năm tới các vùng đô thị ở phía bắc. Đại dự án sẽ mang lại hiệu quả to lớn cho vùng phía Bắc Trung Quốc, đặc biệt là thủ đô Bắc Kinh nhưng cũng vấp phải nhiều ý kiến của các chuyên gia về môi trường và sinh thái. Ở Việt Nam, các dự án chuyển nước cũng đã được nghiên cứu và xây dựng như các tuyến đập Bái Thượng, Đô Lương, thuỷ điện An Khê - KaNak, hồ sông Cái - Tân Mỹ… Các dự án mang lại hiệu quả như cấp nước, phát điện, giảm lũ cho hạ du nhưng cũng gây ra nhiều vấn đề bất lợi như suy giảm dòng chảy phía hạ du làm gia tăng xâm nhập mặn vùng cửa sông.

Như vậy, bên cạnh hiệu quả mang lại, các dự án chuyển nước nếu không được tính toán, đánh giá kỹ từ quy hoạch đến thi công sẽ có khả năng gây bất lợi cho môi trường, xã hội. Để lựa chọn và sàng lọc các dự án chuyển nước, cho đến nay việc xây dựng tiêu chí đã được nghiên cứu trên thế giới từ những năm 1980, tuy nhiên các tiêu chí này chỉ được đánh giá khi các dự án đã được triển khai và dùng riêng cho dự án đó, chưa có một bộ tiêu chí thống nhất để đánh giá ngay từ khi đề xuất dự án. Ở Việt Nam vấn đề chuyển nước gần đây được quan tâm nghiên cứu, đã có một số bộ tiêu chí được đề xuất bao gồm quan điểm về kỹ thuật, môi trường, kinh tế, xã hội, tuy nhiên không có sự đồng đều về cách thức thực hiện hay mức độ quan trọng của các tiêu chí đó, gây khó khăn cho giai đoạn đánh giá tính khả thi dự án.

Đối với vùng Bắc Trung bộ, đây là khu vực có tổng lượng nước hàng năm đạt 76 tỷ m^3, ngoài ra

[1] Viện Quy hoạch Thủy lợi
[*] Email: nguyenhoaniwarp@gmail.com

có hơn 2.400 hồ chứa thuỷ lợi, thuỷ điện với dung tích 9 tỷ m^3. Mặc dù nhu cầu dùng nước hàng năm hiện nay chỉ 10,8 tỷ m^3, tương lai khoảng 13 tỷ m^3 tuy nhiên do sự phân bố không đều tài nguyên nước về không gian và thời gian nên mùa lũ lại thừa nước gây ngập lụt, mùa cạn lại thiếu nước cho vùng cần phát triển kinh tế - xã hội. Với lợi thế về nguồn nước, điều kiện địa hình và yêu cầu sử dụng nước phục vụ phát triển kinh tế xã hội hiện nay và trong tương lai, vùng Bắc Trung bộ dự kiến sẽ có nhiều dự án tiềm năng để liên kết, chuyển nước. Trong giai đoạn nghiên cứu và đánh giá tính khả thi cho các dự án, việc xây dựng bộ tiêu chí trong đó chú trọng tính trọng số cho các tiêu chí phù hợp nhằm mục đích tạo ra công cụ để xem xét, sàng lọc, lựa chọn cho giải pháp chuyển nước vùng Bắc Trung bộ là hết sức cần thiết.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nội dung nghiên cứu

Đề xuất bộ tiêu chí phù hợp cho giải pháp chuyển nước vùng Bắc Trung bộ.

2.2. Nguyên tắc xây dựng tiêu chí

Bộ tiêu chí cần tuân thủ các nguyên tắc sau:

(1) Phù hợp với các cơ chế, chính sách về tài nguyên nước, thuỷ lợi và các ngành dùng nước, các yếu tố liên quan đến lợi ích và tác hại do nước gây ra.

(2) Mang tính toàn diện, bao trùm các khía cạnh kỹ thuật, kinh tế, xã hội, chính sách, môi trường, thích ứng với biến đổi khía hậu (BĐKH).

(3) Các nội dung đánh giá tiêu chí ưu tiên đánh giá định lượng.

(4) Đơn giản, dễ hiểu, dễ áp dụng .

2.3. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp phân tích, tổng hợp: Phân tích tổng hợp, kế thừa từ các nguồn tài liệu trên thế giới và trong nước, các cơ sở pháp lý, cơ chế chính sách hiện hành [1].

- Phương pháp chuyên gia: Trao đổi, xin ý kiến các chuyên gia giàu kinh nghiệm trong lĩnh vực tài nguyên nước, thuỷ lợi giúp đánh giá, sàng lọc, hoàn thiện các tiêu chí phù hợp.

- Sử dụng phương pháp phân tích thứ bậc - AHP (Analytic Hierarchy Process) nhằm đánh giá đối tượng nghiên cứu, định lượng và định tính cho từng tiêu chí, xác định tầm quan trọng của từng tiêu chí và cuối cùng đánh giá tổng quát về mức độ xác định của bộ tiêu chí.

Vấn đề được xác định ở đây là sự ưu tiên trong giữa các tiêu chí, việc sử dụng thuật toán AHP nhằm đánh trọng số cho các tiêu chí này dựa trên thu thập ý kiến chuyên gia. Cấu trúc thứ bậc các tiêu chí chính là cấu trúc của bộ tiêu chí đánh giá bao gồm ba bậc: Tiêu chí lớn (Criteria), tiêu chí thành phần (Sub-Criteria) và các biến đo lường (Indicators). Một bảng hỏi được thiết kế riêng để thu thập sự đánh giá của các chuyên gia về mức độ quan trọng tương đối giữa 2 tiêu chí hay sự so sánh các cặp tiêu chí cùng phản ánh một tiêu chí ở bậc cao hơn.

Các chuyên gia được lựa chọn khảo sát là những người có nhiều kinh nghiệm trong lĩnh vực tài nguyên nước, thuỷ lợi và môi trường. Số lượng chuyên gia tham gia là 5 - 9 người. Kết quả đánh giá cho mỗi cặp tiêu chí của các chuyên gia sẽ được lấy trung bình và đưa vào phần mềm Expert Choice ver. 11 để xử lý (với giả định ý kiến đánh giá của các chuyên gia được tôn trọng như nhau).

Các bước xử lý số liệu theo thuật toán AHP như sau:

- Tiến hành thực hiện việc so sánh các tiêu chí theo từng cặp, mức độ quan trọng của các cặp tiêu chí. Các mức độ ưu tiên (các giá trị aij, với i chạy theo hàng, j chạy theo cột) theo cặp của các tiêu chí có các giá trị nguyên dương từ 1 đến 9 hoặc nghịch đảo của các số này, ta được ma trận vuông (n x n) (Bảng 1).

Bảng 1. Ma trận mức độ ưu tiên các tiêu chí

Tiêu chí	C1	C2	C3	…	Cn
C1	a_{11}	a_{12}	a_{13}		a_{1n}
C2	a_{21}	a_{22}	a_{23}		a_{2n}
C3	a_{31}	a_{32}	a_{32}		a_{3n}
…					
Cn	a_{n1}	a_{n2}	a_{n3}		a_{nn}

- Hệ số của ma trận được lấy từ điểm số của việc so sánh cặp giữa các thành phần, yếu tố hay các tiêu chí. Giá trị so sánh cặp được thực hiện thông qua ý kiến chuyên gia. Giá trị hệ số ma trận tương quan hoàn toàn phụ thuộc vào tính chủ quan của người nghiên cứu trong việc định lượng

trọng số cho các mục tiêu là nhược điểm của phương pháp này. Giả sử, tiêu chí C1 có mức độ ưu tiên bằng 1/3 tiêu chí C3, khi ấy tiêu chí C3 sẽ có mức độ ưu tiên bằng 3 lần

- Tiêu chí C1. Ta ghi vào dòng tương ứng với C1 và cột C3 giá trị 1/3, dòng tương ứng C3 và cột C1 giá trị 3 (Bảng 2).

Bảng 2. VD ma trận mức độ ưu tiên các tiêu chí

Tiêu chí	C1	C2	C3	…	Cn
C1	1	1	1/3		1/7
C2	1	1	1/5		1/5
C3	3	5	1		1
…					
Cn	7	5	1		1

Sau khi lập xong ma trận trên, người đánh giá sẽ tiến hành tính toán trọng số cho các tiêu chí bằng cách cộng tổng các giá trị của ma trận theo cột, sau đó lấy từng giá trị của ma trận chia cho số tổng của cột tương ứng, giá trị thu được được thay vào chỗ giá trị được tính toán. Trọng số của mỗi tiêu chí C1, C2, C3, … Cn tương ứng sẽ bằng bình quân các giá trị theo từng hàng ngang. Kết quả là ta có một ma trận 1 cột n hàng.

Đánh giá các tiêu chí theo cặp dựa vào mức độ ưu tiên

Mức độ ưu tiên	Giá trị số
Ưu tiên bằng nhau	1
Ưu tiên bằng nhau cho đến vừa phải	2
Ưu tiên vừa phải	3
Ưu tiên vừa phải cho đến hơi ưu tiên	4
Hơi ưu tiên hơn	5
Hơi ưu tiên hơn cho đến rất ưu tiên	6
Rất ưu tiên	7
Rất ưu tiên cho đến vô cùng ưu tiên	8
Vô cùng ưu tiên	9

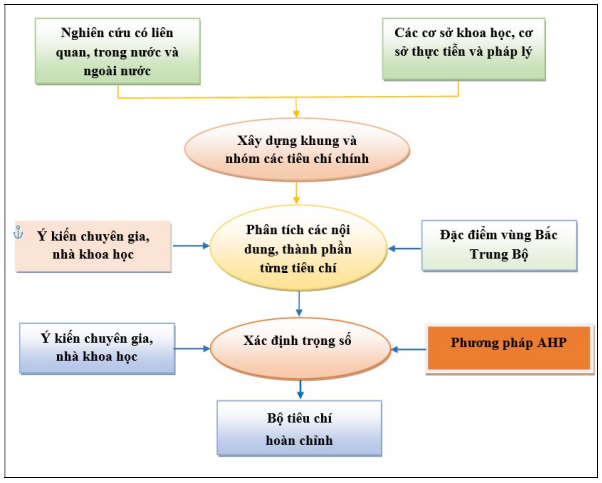
- Kết quả tính toán trọng số cần được kiểm tra bằng hệ số nhất quán (CR) nhỏ hơn hay bằng 10% là ở mức có thể chấp nhận.

2.4. Các bước xây dựng tiêu chí

- Bước 1. Xây dựng khung và nhóm các tiêu chí chính: Dựa vào các cơ sở dữ liệu nghiên cứu trên thế giới và trong nước về tiêu chí tích trữ, liên kết, điều hoà, chuyển nước, phân phối nguồn nước để đưa ra các tiêu chí sơ bộ.

- Bước 2: Xác định nội dung, thành phần và xác định các trọng số chỉ tiêu. Dựa vào phương pháp phân tích số liệu, đặc điểm nguồn nước, địa hình, sử dụng nước vùng Bắc Trung bộ, xác định thành phần chi tiết cho các nhóm chỉ tiêu đã được lựa chọn. Kết hợp với phương pháp chuyên gia xác định thứ tự ưu tiên và trọng số cho từng nhóm tiêu chí.

- Bước 3. Xác định trọng số các tiêu chí. Sử dụng phương pháp chuyên gia và phương pháp phân tích thứ bậc AHP để xác định trọng số tầm quan trọng các tiêu chí. Từ đó đưa ra bộ tiêu chí đánh giá hoàn chỉnh.



Hình 1. Sơ đồ các bước xây dựng bộ tiêu chí

Bảng 3: Ma trận so sánh tổng hợp các yếu tố

Tiêu chuẩn	TC1	TC2	TC3	…	TCn	A_{ij}	Trọng số chung
TC1	1	A_{12}	A_{13}	…	A_{1n}	X_1	W'1
TC2	$1/A_{12}$	1	A_{23}	…	A_{2n}	X_2	W'2
TC3	$1/A_{13}$	$1/A_{23}$	1	…	A_{n-1n}	X_3	W'3
…	…	…	…	1	…	…	…
TCn	$1/A_{1n}$	$1/A_{2n}$	$1/A_{n-1n}$	…	1	X_n	W'n
Tổng						∑X	1

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đề xuất bộ tiêu chí

Nhóm nghiên cứu đề xuất 10 tiêu chí, chia thành 3 nhóm để đánh giá, bao gồm: (i) nhóm 1: Các tiêu chí đánh giá sự phù hợp; (ii) nhóm 2: Tiêu chí đánh giá hiệu quả; (iii) Nhóm 3: Tiêu chí đánh giá tác động. Đồng thời đưa ra thang điểm đánh giá từng tiêu chí với 3 cấp độ từ 0 - 0,5 - 1 điểm tuỳ theo mức độ đáp ứng trong từng tiêu chí.

3.1.1. Nhóm tiêu chí đánh giá sự phù hợp

- Tiêu chí 1 (TC1). Đánh giá sự phù hợp với cơ chế, chính sách. Theo yêu cầu của Luật Đầu tư, các công trình khai thác sử dụng nước phải nằm

trong quy hoạch. Vì vậy tiêu chí này sẽ tăng tính khả thi về thực tiễn đối với các dự án [2].

Thang điểm đánh giá theo tiêu chí 1

TT	Mức đánh giá	Nội dung đánh giá	Thang điểm đánh giá (điểm)
1	Rất phù hợp	Đã duyệt trong quy hoạch chung và các quy hoạch chuyên ngành	1
2	Phù hợp thấp	Đúng Luật và định hướng của Bộ, ngành, địa phương nhưng chưa có trong quy hoạch	0.5
3	Không phù hợp	Không phù hợp các Luật và quy hoạch	0

- Tiêu chí 2 (TC2): Đánh giá sự phù hợp tiềm năng nguồn nước chuyển. Đây là tiêu chí cơ bản trong các nghiên cứu trước đây. Vùng chuyển nước cần đảm bảo thừa nước, tránh mâu thuẫn giữa vùng cho và nhận nước.

Thang điểm đánh giá theo tiêu chí 2

TT	Mức đánh giá	Nội dung đánh giá	Thang điểm
1	Tiềm năng lớn	Thừa nước cả giai đoạn hiện tại và tương lai	1
2	Tiềm năng nhỏ	Chỉ thừa nước hiện tại hoặc tương lai nhưng có giải pháp thay thế	0.5
3	Không tiềm năng	Thiếu nước cả hiện tại và tương lai và không có giải pháp thay thế	0

- Tiêu chí 3 (TC3): Đánh giá sự phù hợp nơi nhận nước. Tiêu chí này quan trọng như tiêu chí 2, nếu tiêu chí này không thoả mãn thì không cần giải pháp chuyển nước

Thang điểm đánh giá theo tiêu chí 3

TT	Mức đánh giá	Nội dung đánh giá	Thang điểm
1	Thiếu nước	Thiếu nước cả giai đoạn hiện tại và tương lai	1
2	Thiếu nước một phần	Chỉ thừa nước một số thời điểm hiện tại hoặc tương lai	0.5
3	Thừa nước	Thừa nước cả hiện tại và tương lai	0

- Tiêu chí 4 (TC4). Đánh giá sự phù hợp yếu tố địa hình. Được đánh giá trên cơ sở phân tích về chênh lệch cao độ nơi chuyển đến nơi nhận, khoảng cách và cấp độ địa hình.

Thang điểm đánh giá Tiêu chí địa hình

Mức đánh giá	Nội dung đánh giá	Thang điểm
Thuận lợi	Địa hình thuận lợi cho xây dựng công trình chuyển nước	1
ít thuận lợi	Địa hình không thuận lợi làm phát sinh chi phí xây dựng và vận hành, khai thác	0.5
Không thuận lợi	Địa hình không đảm bảo cho xây dựng công trình chuyển nước	0

- Tiêu chí 5 (TC5). Đánh giá sự phù hợp với chính quyền địa phương và người dân. Một trong nhưng yếu tố gây bất lợi khi thi công các dự án ở Việt Nam là không được sự đồng thuận của chính quyền địa phương và người dân. Tiêu chí này được phân tích trên cơ sở điều tra và tổ chức lấy ý kiến trước khi phê duyệt dự án.

Thang điểm đánh giá tiêu chí 5

Mức đánh giá	Nội dung đánh giá	Thang điểm
Đồng thuận cao	Ý kiến đánh giá đạt đồng thuận từ 75-100%	1
Đồng thuận	Ý kiến đánh giá đạt đồng thuận từ 50-75%	0.5
Đồng thuận thấp	Ý kiến đánh giá đạt đồng thuận dưới 50%	0

3.1.2. Nhóm tiêu chí đánh giá hiệu quả

- Tiêu chí đánh giá hiệu quả kinh tế (TC6). Tiêu chí này được tính toán tổng hợp giữa các chi phí và lợi ích dự án mang lại nhằm đánh giá hiệu quả kinh tế lâu dài dự án [3].

Thang điểm đánh giá tiêu chí 6

Mức	Cơ sở đánh giá	Thang điểm
Cao	Các chỉ tiêu đánh giá gồm NPV, EIRR, B/C đều lớn	1
Trung Bình	Các chỉ tiêu đánh giá gồm NPV, EIRR, B/C chỉ đảm bảo mức đạt	0.5
Thấp	Các chỉ tiêu đánh giá gồm NPV, EIRR, B/C chỉ không đạt	0

3.1.3. Nhóm chỉ tiêu đánh giá tác động

- Tiêu chí 7 (TC7). Đánh giá tác động giải pháp đến dòng chảy tối thiểu. Tiêu chí này nhằm bảo đảm công bằng, hợp lý, hài hòa lợi ích, bình đẳng về quyền lợi giữa các đối tượng khai thác, sử dụng nước, giữa các địa phương ở thượng du và hạ du vùng chuyển nước [4].

Thang điểm đánh giá tiêu chí 7

Mức đánh giá	Cơ sở đánh giá	Thang điểm
Tích cực	Tăng dòng chảy mùa cạn, giảm lũ mùa mưa	1
Đảm bảo	Đảm bảo dòng chảy tối thiểu theo Thông tư 64/TT-BTNMT ngày 22/12/2017	0.5
Xấu	Tạo ra các dòng sông khô cạn vào mùa cạn với quy mô ảnh hưởng không tốt tới vùng hạ du	0

- Tiêu chí 8 (TC8). Đánh giá tác động đến giải phòng mặt bằng vùng cho và nhận nước. Tiêu chí này được đề xuất do những năm gần đây các dự án vướng đến giải phóng mặt bằng thường gặp khó khăn trong quá trình xét duyệt và thi công.

Thang điểm đánh giá tiêu chí 8

Mức đánh giá	Cơ sở đánh giá	Thang điểm
Nhỏ	Dự án không ảnh hưởng lớn đến diện tích giải phóng mặt bằng	1
Trung bình	Dự án chỉ ảnh hưởng ở mức không các địa phương chủ động phê duyệt	0.5
Lớn	Tác động lớn tới rừng nguyên sinh, vùng đất lúa lớn, danh lam, thắng cảnh cần phải xem xét kỹ trước khi phê duyệt	0

- Tiêu chí 9 (TC9). Đánh giá tác động hệ sinh thái vùng cho và nhận nước. Tiêu chí này được đánh giá dựa trên ảnh hưởng dự án đến việc suy giảm cá và nguồn lợi thuỷ sản

Thang điểm đánh giá tiêu chí 9

Mức đánh giá	Cơ sở đánh giá	Thang điểm
Không tác động	Không ảnh hưởng đến chất lượng nước và các hệ sinh thái thượng và hạ du	1
Nhỏ	Chỉ tác động nhỏ đến một số chỉ tiêu chất lượng nước và môi trường sống một số loài động, thực vật	0.5
Lớn	Chất lượng nước bị ô nhiễm nghiêm trọng, nhiều loài động vật, cá và thuỷ sinh có nguy cơ bị biến mất, không có khả năng phục hồi	0

- Tiêu chí 10 (TC10). Đánh giá tác động xã hội dựa trên tác động tích cực và tiêu cực dự án đến xã hội.

Thang điểm đánh giá tiêu chí 10

Mức đánh giá	Cơ sở đánh giá	Thang điểm
Tác động tích cực	Tác động tốt đến môi trường xã hội, ổn định chính trí, an ninh quốc phòng	1
Tác động nhỏ	Không gây ảnh hưởng xấu đối với xã hội	0.5
Tác động xấu	Gây ảnh hưởng lớn đối với an sinh, xã hội	0

3.2. Xác định trọng số và mức độ ưu tiên từng tiêu chí

3.2.1 Kinh nghiệm các nghiên cứu liên quan

Trên cơ sở phân tích các nghiên cứu trên thế giới và ở Việt Nam, thực tiễn các dự án chuyển nước trong thời gian gần đây cho thấy, trong 10 tiêu chí do nhóm nghiên cứu đề xuất có thể phân thành 2 loại:

- Nhóm tiêu chí rất quan trọng (mức độ ưu tiên 1): Bao gồm tiêu chí 2 (Đánh giá sự phù hợp tiềm năng nguồn nước chuyển) và tiêu chí 3 (Đánh giá sự phù hợp nơi nhận nước) là 2 tiêu chí quan trọng nhất. Hai tiêu chí này đều được đồng nhất sử dụng trong các nghiên cứu và nếu không thoả mãn 2 tiêu chí này thì không cần thiết phải xây dựng giải pháp chuyển nước.

- Nhóm tiêu chí quan trọng (mức độ ưu tiên 2): Bao gồm các tiêu chí còn lại. Các tiêu chí còn lại sẽ được đưa vào đánh giá, tính điểm giúp nhà quản lý đánh giá tính khả thi dự án.

3.2.2. Kết quả xác định thứ tự ưu tiên bằng phương pháp AHP

Bước 1: Xây dựng ma trận tổng hợp so sánh cặp, số liệu so sánh cặp các tiêu chí thu được từ ý kiến chuyên gia (giả định). Tiến hành tính toán các dữ liệu của bài toán theo phương pháp AHP, kết quả như sau:

Tiêu chí	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7	TC8	TC9	TC10
TC1	1	1/6	1/5	3	3	1/3	3	4	4	1
TC2	6	1	1	6	5	4	7	7	7	3
TC3	5	1	1	5	4	3	6	6	6	2
TC4	1/3	1/6	1/5	1	2	1/3	1	1/3	1/3	1/3
TC5	1/3	1/5	1/4	1/2	1	1/3	1	1/3	1	1/2
TC6	3	1/4	1/3	3	3	1	3	3	3	2
TC7	1/3	1/7	1/6	1	1	1/3	1	1	2	1/2
TC8	1/4	1/7	1/6	1/3	1/2	1/3	1	1	1/3	1/3
TC9	1/4	1/7	1/6	3	1	1	1/3	3	1	1/3
TC10	1	1/3	½	3	2	1/2	1	3	3	1
Sum	**17.50**	**3.55**	**3.98**	**25.83**	**22.50**	**11.17**	**22.33**	**28.83**	**27.67**	**11.00**

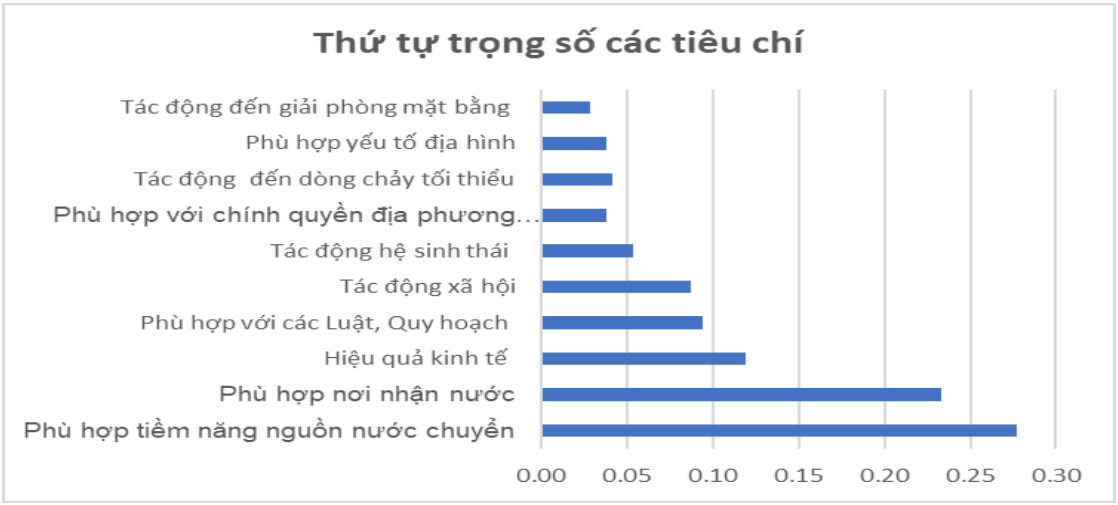
Bước 2: Xác định trọng số các tiêu chí: Sau khi xác định ma trận so sánh tổng hợp các chuyên gia, trên cơ sở đó tính trọng số các yếu tố theo phương pháp vector riêng. Kết quả xác định các trọng số như sau:

Tiêu chí	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7	TC8	TC9	TC10	Trọng số (Wj)
TC1	0.06	0.05	0.05	0.12	0.13	0.03	0.13	0.14	0.14	0.09	**0.09**
TC2	0.34	0.28	0.25	0.23	0.22	0.36	0.31	0.24	0.25	0.27	**0.28**
TC3	0.29	0.28	0.25	0.19	0.18	0.27	0.27	0.21	0.22	0.18	**0.23**
TC4	0.02	0.05	0.05	0.04	0.09	0.03	0.04	0.01	0.01	0.03	**0.04**
TC5	0.02	0.06	0.06	0.02	0.04	0.03	0.04	0.02	0.04	0.05	**0.04**
TC6	0.17	0.07	0.08	0.12	0.13	0.09	0.13	0.10	0.11	0.18	**0.12**
TC7	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.07	0.05	**0.04**
TC8	0.01	0.04	0.04	0.01	0.02	0.03	0.04	0.03	0.01	0.03	**0.03**
TC9	0.01	0.04	0.04	0.12	0.04	0.09	0.01	0.10	0.04	0.03	**0.05**
TC10	0.06	0.09	0.13	0.12	0.09	0.04	0.04	0.10	0.11	0.09	**0.09**

Bước 3. Kiểm tra tính nhất quán: Sự nhất quán, thống nhất ý kiến của các chuyên gia tham gia thảo luận được đánh giá thông qua chỉ số CR. Kết quả tính toán cho thấy CR = 7,21% < 10% đạt yêu cầu.

3.3. Kết quả xác định thứ tự ưu tiên

Như vậy qua phân tích các nghiên cứu có liên quan và xác định trọng số bằng phương pháp AHP cho thấy, tiêu chí 2 và 3 liên quan đến nguồn nước được chọn là 2 tiêu chí quan trọng nhất để đánh giá tính khả thi của các dự án chuyển nước. Tiêu chí quan trọng tiếp theo là tiêu chí quy hoạch và hiệu quả kinh tế. Các tiêu chí về môi trường và xã hội được đánh giá là ít quan trọng hơn.



4. ÁP DỤNG BỘ TIÊU CHÍ CHO CÁC TUYẾN TIỀN NĂNG, ĐIỀU HÒA, CHUYỂN NƯỚC, PHÂN PHỐI NGUỒN NƯỚC VÙNG BẮC TRUNG BỘ

4.1. Lựa chọn tuyến tiềm năng để xem xét nghiên cứu

Các tuyến tiềm năng điều hòa, liên kết chuyển nước trên địa bàn vùng Bắc Trung bộ sẽ được xem xét phân tích tổng thể về điều kiện địa hình, điều kiện nguồn nước, nhu cầu sử dụng nước nội vùng, liên vùng, liên lưu vực, các yếu tố về kinh tế, xã hội và môi trường. Trên cơ sở xem xét định hướng tổng thể các yếu như vậy, nghiên cứu này lựa chọn 11 tuyến tiềm năng để phân tích, đánh giá tính khả thi như bảng sau:

Các tuyến tiềm năng chuyển nước vùng Bắc Trung Bộ

TT	Tên công trình, hệ thống	Địa điểm
Tuyến 1	Cửa Đạt- Hồ Sông Mực cấp nước khu kinh tế Nghi Sơn	Thanh Hóa
Tuyến 2	Kênh Cửa Đạt kết nối với hồ chứa nhỏ cấp nước cho ven đường HCM	Thanh Hóa
Tuyến 3	Liên kết hồ Ngàn Trươi cấp cho vùng ven biển Hà Tĩnh	Hà Tĩnh
Tuyến 4	Tuyến Rào Trổ - Lạc Tiến - Vực Tròn cấp cho KKT Hòn La	H.Tĩnh, Q Bình
Tuyến 5	Hồ Rào Đá chuyển nước cho Khu FLC ven biển Quảng Bình	Quảng Bình
Tuyến 6	Hói Đá- Đồng Ran- Vực Sanh- Cửa Nghè cấp nước ven biển Quảng Trạch	Quảng Bình
Tuyến 7	Hồ Khe Mướp - hồ Hà Thượng cấp cho vùng đất cát ven biển Quảng Trị	Quảng Trị
Tuyến 8	Hồ La Ngà - Bảo Đài cấp nước cho vùng đồi Vĩnh Linh	Quảng Trị
Tuyến 9	Hồ Triệu Thượng 1- Triệu thượng 2 cấp nước vùng đồi Triệu Phong	Quảng Trị
Tuyến 10	Ô Lâu Thượng kết hợp hồ Hòa Mỹ cấp cho vùng đất cát Thừa Thiên Huế	TT. Huế
Tuyến 11	Hồ Thủy Yên liên kết hồ Thủy Cam cấp nước KKT Chân Mây	TT. Huế

4.2. Các bước đánh giá tính khả thi bằng bộ tiêu chí

Quá trình đánh giá tính khả thi cho các tuyến tiềm năng, điều hoà, chuyển nước, phân phối nguồn nước vùng Bắc Trung bộ bao gồm các bước sau [5]:

- Bước 1: Thành lập tổ chuyên gia. Yêu cầu tổ chuyên gia tối thiểu 5 người được chọn lọc từ các chuyên gia giàu kinh nghiệm trong lĩnh vực tài nguyên nước, môi trường, xã hội. Trong đó có ít nhất là 1 chuyên gia nữ.

- Bước 2. Xem xét mục tiêu, nhiệm vụ, cơ sở đánh giá từng tiêu chí.

Trong bước này sẽ sàng lọc loại bỏ các tuyến nếu không thoả mãn tiêu chí 2 và 3.

- Bước 3. Các chuyên gia sẽ sử dụng bộ tiêu chí để tính điểm cho từng tuyến tiềm năng.

- Bước 4. Hội thảo xin ý kiến nhà khoa học, nhà quản lý, các địa phương vùng dự án. Trên cở sở tổng điểm xét trên thang đo và ý kiến hội thảo ra quyết định về tính khả thi dự án

4.3. Kết quả chấm điểm các tuyến tiềm năng chuyển nước bằng bộ tiêu chí

Kết quả chấm điểm của nhóm chuyên gia

Tuyến	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7	TC8	TC9	TC10	Điểm
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Tuyến 1	1.00	0.50	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	0.81
Tuyến 2	1.00	0.50	1.00	0.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	0.67
Tuyến 3	1.00	0.50	0.50	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	0.71
Tuyến 4	1.00	0.50	1.00	0.50	0.50	1.00	0.50	0.50	0.50	1.00	0.78
Tuyến 5	1.00	1.00	0.50	0.00	0.50	0.50	1.00	0.50	0.00	1.00	0.75
Tuyến 6	1.00	0.50	0.50	0.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.61
Tuyến 7	1.00	1.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50	0.62
Tuyến 8	1.00	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.50	0.46
Tuyến 9	0.50	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.36
Tuyến 10	1.00	0.50	1.00	1.00	0.50	0.50	1.00	0.50	0.50	1.00	0.77
Tuyến 11	0.50	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	0.50	0.50	0.50	1.00	0.78

Tiến hành chấm điểm từng tiêu chí cho từng tuyến tiềm năng dựa trên ý kiến 7 chuyên gia. Số điểm trung bình cho từng tiêu chí sẽ được đưa vào công thức tính tổng điểm cho bộ tiêu chí.

Với thang đánh giá mức độ khả thi giải pháp bằng bộ tiêu chí như sau:

Đánh giá xếp loại tính khả thi của các tuyến chuyển nước

Tuyến	Điểm	Đánh giá
Tuyến 1: Cửa Đạt- Hồ Sông Mực cấp nước khu kinh tế Nghi Sơn	0.81	**Hiệu quả cao**
Tuyến 2: Kênh Cửa Đạt kết nối với hồ chứa nhỏ cấp nước cho ven đường HCM	0.67	Hiệu quả trung bình
Tuyến 3: Liên kết hồ Ngàn Trươi cấp cho vùng ven biển Hà Tĩnh	0.71	Hiệu quả trung bình
Tuyến 4: Rào Trổ - Lạc Tiến - Vực Tròn cấp cho KKT Hòn La và ven biển QBình	0.78	**Hiệu quả cao**
Tuyến 5: Hồ Rào Đá chuyển nước cho Khu FLC ven biển Quảng Bình;	0.75	**Hiệu quả cao**
Tuyến 6: Hói Đá- Đồng Ran- Vực Sanh- Cửa Nghè cấp nước ven biển Quảng Trạch	0.61	Hiệu quả trung bình
Tuyến 7: Hồ Khe Mướp - hồ Hà Thượng cấp cho vùng đất cát ven biển Quảng Trị	0.62	Hiệu quả trung bình
Tuyến 8: Hồ La Ngà - Bảo Đài cấp nước cho vùng đồi Vĩnh Ninh	0.46	Không hiệu quả
Tuyến 9: Hồ Triệu Thượng 1- Triệu thượng 2 cấp nước vùng đồi Triệu Phong	0.36	Không hiệu quả
Tuyến 10: Tuyến Ô Lâu Thượng kết hợp hồ Hòa Mỹ cấp cho vùng đất cát Thừa Thiên Huế	0.77	**Hiệu quả cao**
Tuyến 11: Hồ Truồi - Thủy Yên - Thủy Cam cấp nước KKT Chân Mây	0.78	**Hiệu quả cao**

5. KẾT LUẬN

Nhóm nghiên cứu đã kết hợp phương pháp phân tích tổng hợp tài liệu, kinh nghiệm thực tiễn, phương pháp phỏng vấn chuyên gia và phương pháp phân tích thứ bậc AHP để đề xuất và xác định các trọng số cho bộ tiêu chí giải pháp chuyển nước vùng Bắc Trung bộ. Bộ tiêu chí bao gồm 3 nhóm chính: (i) Nhóm tiêu chí đánh giá sự phù hợp có 5 tiêu chí thành phần; (ii) Nhóm tiêu chí đánh giá hiệu quả kinh tế gồm 1 tiêu chí thành phần; (iii) Nhóm tiêu chí đánh giá tác động gồm có 4 tiêu chí thành phần. Kết quả xác định trọng số các tiêu chí bằng phương pháp AHP có thể chia thành 3 nhóm mức độ ưu tiên theo trọng số: (i) mức độ ưu tiên 1 gồm tiêu chí 2 và 3; (ii) mức độ ưu tiên 2 gồm tiêu chí 1 và 6; (iii) mức độ ưu tiên 3 gồm các tiêu chí còn lại.

Áp dụng bộ tiêu chí để đánh giá tính khả thi của 11 tuyến tiềm năng chuyển nước, liên kết nguồn nước vùng Bắc Trung bộ. Kết quả cho thấy 5 tuyến có tính khả thi cao, 4 tuyến có tính khả thi trung bình và 2 tuyến không khả thi. Nhìn chung, việc bộ tiêu chí dễ sử dụng, phù hợp với đặc thù vùng Bắc Trung bộ. Việc đề xuất bộ tiêu chí là cơ sở khoa học quan trọng để sàng lọc, lựa chọn tính khả thi của các phương án chuyển nước vùng Bắc Trung bộ và các khu vực khác ở Việt Nam.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được hỗ trợ, cung cấp thông tin, số liệu và một số kết quả nghiên cứu từ đề tài cấp Bộ "Nghiên cứu đề xuất giải pháp chuyển nước, kết nối nguồn nước vùng Bắc Trung bộ nhằm tối ưu khả năng trữ, điều hoà, phân phối nguồn nước đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế - xã hội". Nhóm thực hiện chân thành cảm ơn Ban chủ nhiệm đề tài đã tạo điều kiện giúp đỡ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Thị Minh Hạnh (2019). Luận án tiến sĩ "Xây dựng các tiêu chí đánh giá và chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật để đảm bảo hoạt động bền vững của nhà máy xử lý nước thải đô thị", Trường Đại học Xây dựng.

2. Multi-Attribute Decision Making on Inter-Basin Water Transfer Projects. Sharif University of Technology, June 2009. ?

3. Trung tâm Kỹ thuật và Tư vấn Tài nguyên nước (2015). Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn xây dựng quy trình xác định khả năng chuyển nước giữa các lưu vực sông. Áp dụng thử nghiệm cho lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn.

4 Mai Thị Hồng, Nguyễn Thị Mùi (năm 2020). Nghiên cứu xây dựng tiêu chí đánh giá sự phù hợp của các dự án thuỷ điện với môi trường và áp dụng với các thuỷ điện trên dòng chính sông Mã.

5. Viện Quy hoạch Thủy lợi, (2012). Quy hoạch thủy lợi khu vực miền Trung giai đoạn 2012 - 2020 và định hướng đến năm 2050 trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng.

RESEARCH FOR IDENTIFYING WEIGHTS TO DEVELOP SET OF CRITERIA FOR WATER TRANSFER, WATER CONNECTION IN THE NORTH CENTRAL REGION

Luong Ngoc Chung[1], Nguyen Van Tuan[1],

Pham Cong Thanh[1], Nguyen Nguyen Hoan[1]

[1]Institute of Water resources Planning

Summary

Water transfer solutions have been researched and implemented in many regions around the world and in Vietnam. Besides the positive aspects such as efficient exploitation and usage of water resources, facilitating the socio-economic development, the environmental protection, water transfer solutions also cause many negative impacts on the environment, ecology and society. Therefore, in order to have a basis for screening and selecting the best solutions to maximize benefits and minimize negative impacts on the environment, ecology and society for areas with great potential for implementing water transfer projects such as the North Central region, requiring the need to develop of a set of specific criteria. This article will provide the analysis of method and research steps to propose suitable criteria for water transfer solutions in the North Central region, with emphasis on the AHP method (Analytic Hierarchy Process) to clarify the weights and the priority order of the criteria. Thereby, it helps scientists and management agencies to have basis in analyzing and evaluating the feasibility of water transfer solutions in the North Central region.

Keywords: *AHP (Analytic Hierarchy Process), criteria, north central region.*

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Quang Trung

Ngày nhận bài: 10/7/2023

Ngày thông qua phản biện: 10/8/2023

Ngày duyệt đăng: 17/8/2023

CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH NGUY CƠ LŨ QUÉT

Lê Văn Thìn[1,*], Trần Đình Hòa[2]

TÓM TẮT

Nghiên cứu này thống kê các phương pháp xác định nguy cơ lũ quét trên thế giới và ở Việt Nam, các chỉ số phân loại nguy cơ lũ quét và đánh giá mức độ tin cậy dựa trên các ấn phẩm khoa học đã được công bố đến tháng 4 năm 2023. Nguồn khai thác và đánh giá sử dụng bao gồm: (1) từ Crossref (một cơ quan đăng ký mã DOI định danh cho các ấn phẩm khoa học) với 143.500.238 bản ghi và (2) từ cơ sở dữ liệu (CSDL) công bố Khoa học và Công nghệ Việt Nam (Vista) 340.813 bản ghi.

Từ khóa: *Phương pháp, chỉ số, nguy cơ, lũ quét, GIS, học máy, crossref.*

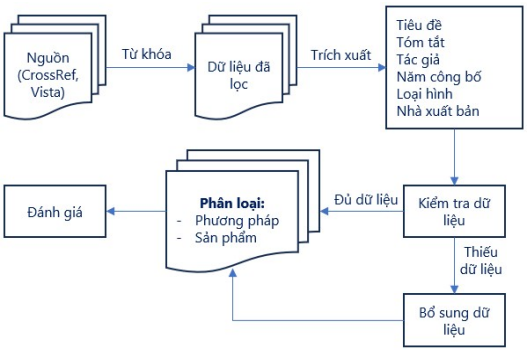
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, tác động của biến đổi khí hậu đã làm cho thời tiết càng trở nên có những diễn biến bất thường, mưa lớn trong gian đoạn ngắn và cục bộ đã gây ra những tác động rất lớn đến các loại hình thiên tai có liên quan đến nước nói chung, đặc biệt là lũ quét nói riêng. Từ năm 2022 đến nay, cả nước đã xảy ra 310 trận lũ quét ở các khu vực miền núi [1], đây là loại hình thiên tai đặc biệt nguy hiểm, gây thiệt hại lớn về người và tài sản và thường xuất hiện ở các khu vực miền núi nước ta.

Để dự báo nguy cơ về lũ quét, đã có nhiều nghiên cứu trong nước và trên thế giới đạt được những thành tựu đáng kể. Nghiên cứu này tổng hợp các phương pháp được sử dụng để xác định nguy cơ lũ quét, các sản phẩm hình thành từ kết quả nghiên cứu về lũ quét và mức độ tin cậy của chúng. Số liệu được thu thập tới tháng 4 năm 2023.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Để đánh giá được các nghiên cứu, phương pháp phân tích thống kê được áp dụng để phân loại và tổng hợp dữ liệu. Quy trình thực hiện nghiên cứu như hình 1.



Hình 1. Quy trình nghiên cứu, đánh giá các nghiên cứu về lũ quét.

2.1. Nguồn dữ liệu

Nguồn dữ liệu trong nghiên cứu được lấy trực tiếp từ hai nguồn: Crossref [2] và Vista (hệ thống thông tin khoa học và công nghệ) [3].

2.2. Từ khóa và dữ liệu

Do dữ liệu về các ấn phẩm bao trùm mọi lĩnh vực, các dữ liệu thu thập được cần được lọc ra các nghiên cứu về lũ quét. Trong CSDL Crossref, các từ khóa bao gồm: flash flood, flash-flood. Toàn bộ các ấn phẩm mà tiêu đề (title) hoặc tóm tắt (abstract) có chứa từ khóa này được liệt kê và thu thập thành CSDL của nghiên cứu.

Tương tự như vậy với CSDL của Vista, các nghiên cứu có tiêu đề hoặc tóm tắt có chứa từ khóa "lũ quét" được liệt kê và đưa vào trong CSDL của nghiên cứu.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Dựa trên các nghiên cứu đã thu thập, việc đánh giá các phương pháp xác định lũ quét bao

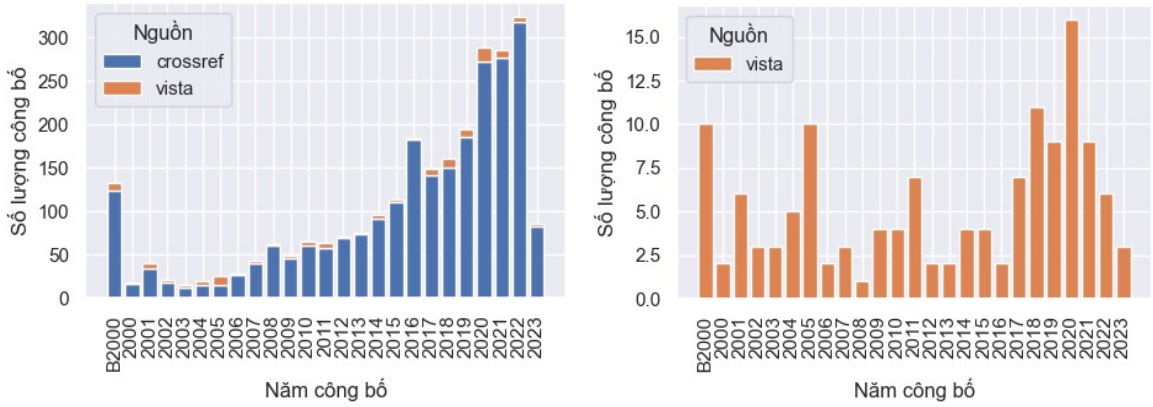
[1] Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về Động lực học sông biển
[2] Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam
[*] Email: levanthin@gmail.com

gồm: Các chỉ số về lũ quét, các phương pháp, công cụ sử dụng để xác định nguy cơ lũ quét. Mỗi chỉ số lại sử dụng một phương pháp cụ thể như: phương pháp GIS, phương pháp thủy văn, phương pháp học máy hay phương pháp kết hợp… để tính toán, xác định lũ quét theo không gian và thời gian.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

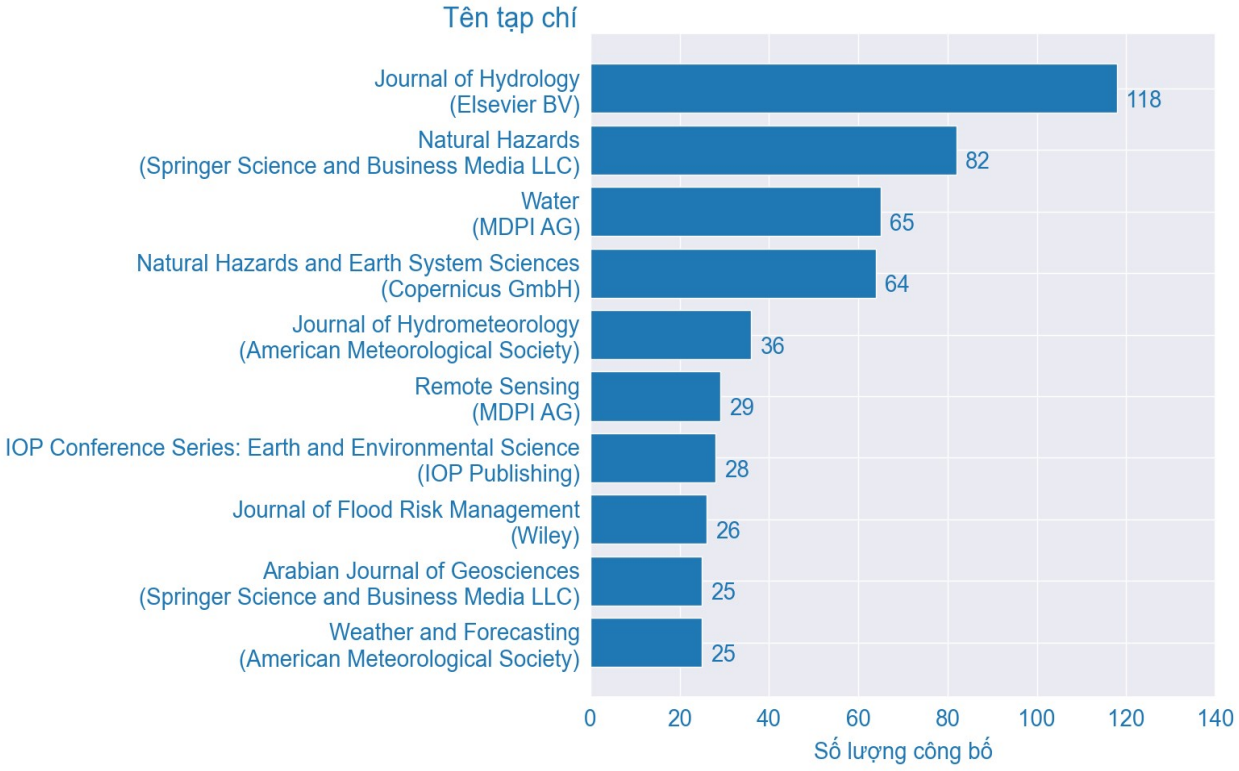
3.1. Xu hướng công bố

Kết quả lọc với từ khóa "flash flood", "flash-flood" ở nguồn dữ liệu Crossref thu được tổng số nghiên cứu là 2.471 nghiên cứu có liên quan tới lũ quét. Nghiên cứu sớm nhất bắt đầu từ năm 1943 [4]. Kết quả lọc với từ khóa "lũ quét" ở nguồn dữ liệu Vista thu được tổng số 135 nghiên cứu. Nghiên cứu sớm nhất được đăng tải bắt đầu từ năm 1994 [5].



Hình 2. Tổng hợp số lượng công bố liên quan đến lũ quét trên thế giới (bên trái) và trong nước (bên phải)

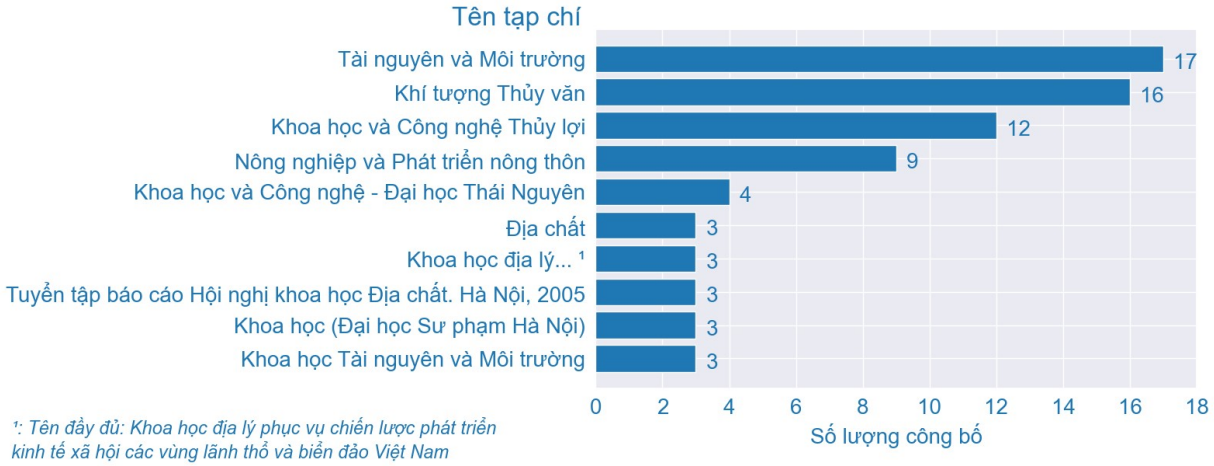
Do các công bố trước năm 2000 khá hạn chế về số lượng, nghiên cứu đã gộp toàn bộ số lượng các nghiên cứu trước năm 2000 để mô tả trực quan hơn và gán nhãn B2000. Kết quả về số lượng các công bố hàng năm được thể hiện ở hình 2.



Hình 3. Danh sách 10 tạp chí phổ biến trên thế giới có công bố liên quan đến lũ quét

Kết quả về số lượng cho thấy, ngày càng có nhiều các nghiên cứu về lũ quét được tiến hành theo thời gian. Số liệu năm 2023 mới chỉ được cập nhật đến tháng 4 nên không mang tính đại diện cho năm 2023. Không như xu hướng của thế giới, các nghiên cứu về lũ quét của Việt Nam phát triển theo từng giai đoạn. Số lượng công bố của Việt Nam theo Vista cao nhất là năm 2020 với 16 bài, giai đoạn từ năm 2018 - 2023 có số bài đăng trên 9 bài/năm.

Trong các nhà xuất bản, Copernicus GMBH và Elsevier BV là 2 nhà xuất bản phổ biến nhất (với tổng số 345 và 328 công bố liên quan đến lũ quét cho các tạp chí trực thuộc). Ngoài ra, Springer cũng là 1 trong các nhà xuất bản lớn với 245 công bố. Các tạp chí phổ biến bao gồm Tạp chí Thủy văn (Journal of Hydrology), Tạp chí Thiên tai (Natural Hazards) và Nước (Water).



Hình 4. Danh sách 10 các tạp chí phổ biến trong nước có liên quan đến lũ quét

Trong nước, các bài công bố về lũ quét cũng xuất hiện nhiều ở các tạp chí kỹ thuật. Các tạp chí bao gồm: Tạp chí Tài nguyên và Môi trường, Tạp chí Khí tượng Thủy văn và Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi.

3.2. Phương pháp xác định lũ quét

Cho đến nay, có nhiều phương pháp để xác định lũ quét mà cụ thể là dự báo hay cảnh báo lũ quét. Quá trình rà soát các nghiên cứu cho thấy, có 4 cách tiếp cận bao gồm: (1) đánh giá tính nhạy cảm với lũ quét; (2) đánh giá lũ quét dựa trên lượng mưa; (3) đánh giá lũ quét dựa trên các yếu tố thủy văn; (4) đánh giá lũ quét dựa trên các yếu tố thủy lực.

3.2.1. Đánh giá tính nhạy cảm với lũ quét

Đây là một cách tiếp cận tương đối đơn giản để phân tích các khu vực thường xuyên xảy ra lũ quét dựa trên nhiều yếu tố như độ dốc, lượng mưa bình quân năm hay các đặc điểm cụ thể về địa hình. Do đơn giản nên hầu hết các nghiên cứu này chỉ xác định khu vực có tính nhạy cảm cao về lũ quét mà chưa thể xác định được nguy cơ xảy ra lũ quét (điều kiện cụ thể để xảy ra lũ quét). Các nghiên cứu này thường sử dụng phương pháp phổ biến như các phương pháp chồng chập nhân tố (AHP) [6], tỷ lệ tần suất (FR) [7], trọng số dẫn chứng (WOE) [8]… hay các mô hình học máy: hồi quy tuyến tính, hồi quy logistic, mô hình máy hỗ trợ vectơ (SVM), mô hình cây quyết định [9]…

Sản phẩm các nghiên cứu này là bản đồ các khu vực dễ bị ảnh hưởng bởi lũ quét, mặc dù không thể dự báo được khi nào xảy ra lũ quét hay lũ quét sẽ xảy ra trong điều kiện nào, nhưng kết quả này lại giúp các nhà quản lý trong công tác quy hoạch sử dụng đất và quy hoạch tái định cư.

3.2.2. Đánh giá lũ quét dựa trên lượng mưa

Mưa là một trong những yếu tố chính trong việc hình thành lũ quét, do vậy, nhiều nghiên cứu đã cố gắng xây dựng ngưỡng mưa sinh lũ quét phục vụ công tác dự báo, cảnh báo nguy cơ lũ quét. Thông thường, ngưỡng mưa này dựa vào lượng mưa lịch sử của trận lũ quét đã từng xảy ra trong quá khứ. Các phương pháp phổ biến bao gồm: Phương pháp đường tới hạn (CL) [10],

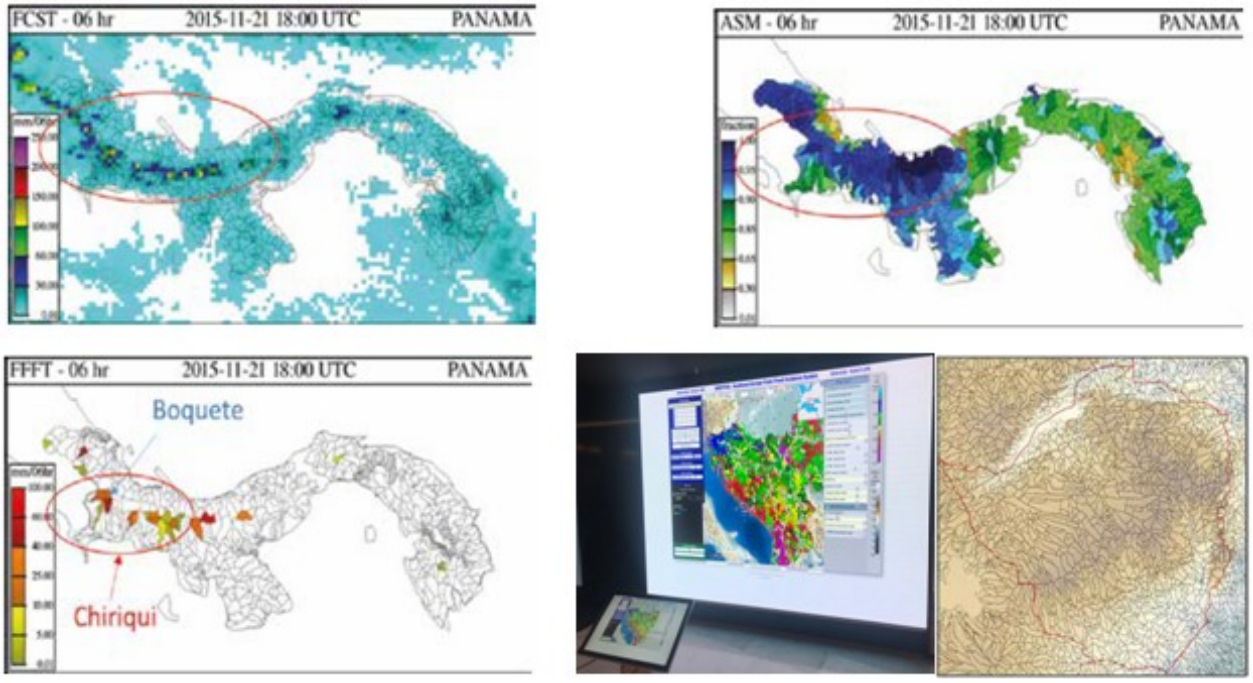
đường quan hệ cường độ mưa - thời gian mưa - tần suất (IDF) [11], hay phương pháp tần suất.

Do sử dụng lượng mưa để xây dựng ngưỡng sinh lũ quét, kết quả của nghiên cứu này có thể sử dụng trực tiếp lượng mưa thực đo hoặc lượng mưa dự báo từ các nguồn dự báo để có thể xác định nguy cơ xảy ra lũ quét phục vụ bài toán dự báo, cảnh báo lũ quét. Mặc dù vậy, các lượng mưa tính toán chỉ đại diện cho một khu vực cụ thể trong phạm vi tính toán (thậm chí khu vực xung quanh một trạm quan trắc mưa cụ thể), phương pháp này có thể sinh ra cảnh báo không chính xác nếu áp dụng thực tế đo: (1) lượng mưa lớn tại một trạm có thể không đủ khả năng sinh ra lũ quét trên lưu vực; (2) số liệu dự báo mưa thiếu chính xác (mặc dù đã có sự gia tăng đáng kể độ tin cậy từ dữ liệu Radar thời tiết).

3.2.3. Đánh giá lũ quét dựa trên các yếu tố thủy văn

Do những nhược điểm của việc sử dụng lượng mưa để cảnh báo nguy cơ lũ quét, nhiều nghiên cứu đã đưa phương pháp thủy văn vào để tính toán sự tương tác của mưa đến bề mặt lưu vực nhằm đưa ra các chỉ số cần thiết phục vụ cảnh báo thay vì sử dụng lượng mưa trực tiếp. Một chỉ số vô cùng nổi tiếng là chỉ số chỉ dẫn lũ quét Flash Flood Guidance (FFG).

FFG là một sản phẩm chủ chốt trong việc xác định khả năng xảy ra lũ quét của hệ thống chỉ dẫn lũ quét Flash Flood Guidance System (FFGS). FFG được hiểu là lượng mưa thực tế (tổng lượng mưa) trong một khoảng thời gian nhất định (như 1, 3 hoặc 6 giờ) vừa đủ để gây ra dòng chảy tràn bờ ($Q_{bankfull}$) tại vị trí tính toán nguy cơ lũ quét [12]. Chỉ số FFG là một chỉ số động, thay đổi dựa trên khả năng trữ nước của lưu vực và được cập nhật 6 giờ/lần, sau mỗi lần cập nhật, các giá trị dự báo đưa ra các thông tin cho 1, 3, 6 giờ tiếp theo. Nếu lượng mưa dự báo vượt lượng mưa FFG tương ứng thì có khả năng xảy ra lũ quét tại vị trí cửa ra của lưu vực. Chỉ số FFG càng thấp thì khả năng xảy ra lũ quét càng cao.



Hình 5. Sản phẩm của hệ thống FFGS

Để tính được FFG, cần xác định lưu lượng tràn bờ tại mỗi vị trí tính toán. Lưu lượng tràn bờ được tính bằng phương pháp thuỷ lực với một mặt cắt đã biết. Hiện nay, trên thế giới đã có hơn 50 quốc gia sử dụng hệ thống FFGS cho cảnh báo nguy cơ lũ quét.

Trong hệ thống FFGS, chỉ số nguy cơ lũ quét dự báo (FFFT) được tính toán bằng hiệu số của lượng mưa dự báo (FMAP) và lượng mưa cần thiết để sinh lũ tràn bờ (FFG). Ngoài chỉ số FFFT, việc sử dụng dòng chảy bề mặt (runoff) cũng được sử dụng để đánh giá nguy cơ lũ quét [13], đây chính

là lượng mưa sinh ra dòng chảy bề mặt sau khi đã xét tới lượng nước hấp thụ vào bề mặt lưu vực.

3.2.4. Đánh giá lũ quét dựa trên các yếu tố thủy lực

Ngưỡng sinh dòng chảy được sử dụng để đánh giá dòng chảy trên sông khi vượt qua ngưỡng cần cảnh báo. Đây là kết quả của việc sử dụng mô hình thủy lực để tính toán các yếu tố về mực nước, vận tốc… từ mưa và các mô hình thủy văn. Các kết quả tính toán sẽ được so sánh trực tiếp với giá trị ngưỡng dòng chảy. Ngưỡng dòng chảy có thể là mực nước lớn nhất đã xảy ra tương ứng với trận lũ quét trong quá khứ, cũng có thể là một giá trị tương ứng với tần suất khi có quan trắc trong nhiều năm về mực nước (phương pháp thống kê).

Trong hệ thống FFGS, việc xác định lưu lượng tràn bờ được sử dụng bằng phương pháp thủy lực mặt cắt, từ đó đưa ra ngưỡng tràn bờ tại các vị trí cửa ra của lưu vực tính toán. Một số các nghiên cứu khác có thể sử dụng ngưỡng tràn bờ bằng công thức kinh nghiệm [14].

3.3. Chỉ số phân loại nguy cơ lũ quét

Có rất nhiều chỉ số phân loại nguy cơ lũ quét được các nhà khoa học xây dựng nhằm tìm ra ngưỡng sinh lũ quét. Nghiên cứu này liệt kê một số các chỉ số phổ biến đang được sử dụng trong nước và trên thế giới.

3.3.1. Chỉ số chỉ số lũ quét tiềm tàng FFPI

Chỉ số FFPI được gọi là chỉ số lũ quét tiềm tàng, chỉ số này sử dụng phương pháp chồng chập nhân tố để xác định tính nhạy cảm của lũ quét cho các khu vực cụ thể.

$$FFPI = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i FFPI_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i}$$

Trong đó: $FFPI_i$: Chỉ số nguy cơ lũ quét đối với yếu tố thứ i; w_i: Hệ số tương ứng với chỉ số nguy cơ lũ quét của yếu tố thứ i.

Chỉ số FFPI cho các yếu tố bao gồm: loại đất, sử dụng đất, độ dốc và mật độ rừng. Các chỉ số FFPI cho mỗi yếu tố được phân chia thành 10 lớp bằng phương pháp GIS và được đặt các giá trị từ 1 - 10 tương ứng với xu hướng gia tăng nguy cơ lũ quét của từng yếu tố. Các yếu tố càng bất lợi, giá trị càng lớn (độ dốc càng lớn thì chỉ số càng cao).

Giá trị trọng số (w) cho mỗi yếu tố ở đây chưa được xác định một cách cụ thể mà sẽ được hiệu chỉnh tuỳ thuộc vào khu vực nghiên cứu, tuy nhiên, trong các công bố trước đó của Gregory Smith (2021) [15] đã lấy giá trị cho toàn bộ các yếu tố là 1 và 1,5 cho riêng yếu tố về độ dốc. Đây là 1 phương pháp xác định được cho là đơn giản và có tính ứng dụng rất cao. Ở Việt Nam, có rất nhiều nhà nghiên cứu đã sử dụng chỉ số này để xây dựng bản đồ nhạy cảm với lũ quét [16], [17].

3.3.2. Chỉ số FFFT

Chỉ số FFFT là một trong những chỉ số đang được sử dụng để cảnh báo nguy cơ lũ quét phổ biến nhất cùng hệ thống FFGS và đã có mặt ở hơn 50 quốc gia.

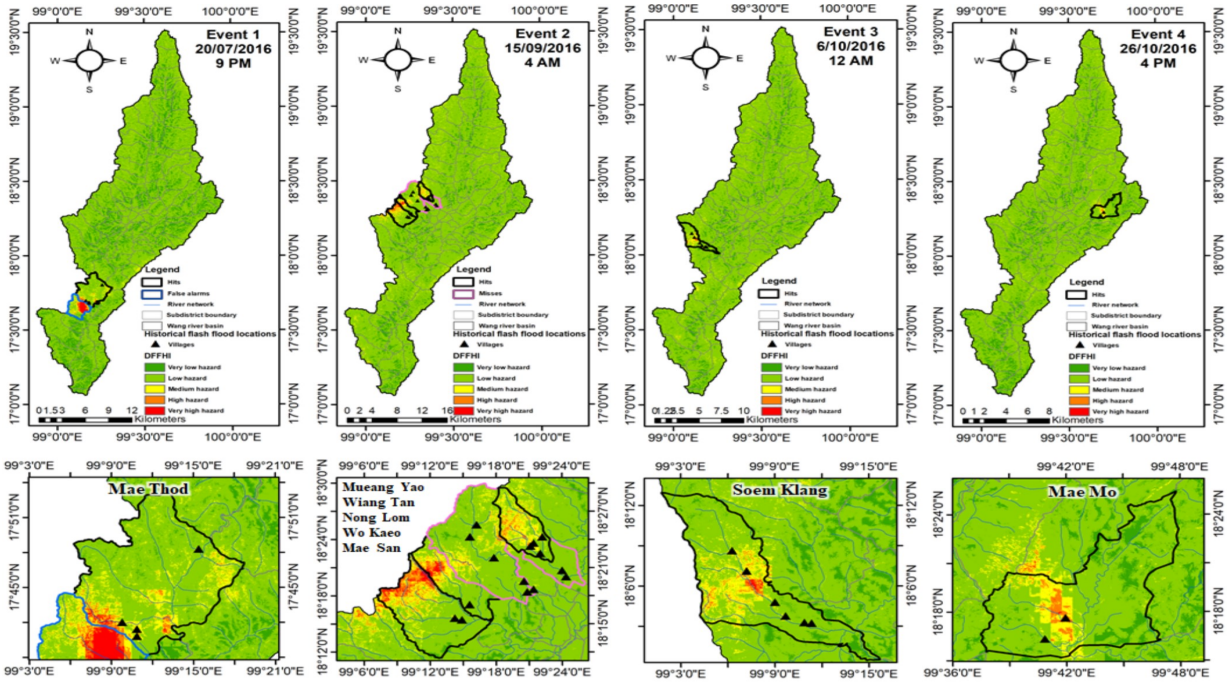
FFFT = FMAP – FFG

Trong đó: FMAP: là lượng mưa dự báo (mm); FFG: lượng mưa cần thiết để sinh lũ tràn bờ tại thời điểm dự báo (mm)

Chỉ số FFFT được phân thành 5 cấp: rất thấp (≤10 mm); thấp (≤30 mm); trung bình (≤50 mm); cao (≤100 mm) và rất cao (>100 mm) [18]. Như vậy, mỗi thời điểm dự báo, hệ thống sẽ xác định lượng mưa cần thiết để sinh lũ tràn bờ (tương ứng với dòng chảy hiện tại) và lượng mưa dự báo để xác định FFFT. Chỉ số này hiện nay mới chỉ áp dụng trong phạm vi hệ thống FFGS mà chưa có nhiều nghiên cứu áp dụng bên ngoài FFGS.

3.3.3. Chỉ số DFFHI

Chỉ số DFFHI (Dynamic Flash Flood Hazard Index) là chỉ số nguy cơ lũ quét động [19] , áp dụng cho lưu vực sông Wang ở Thái Lan. Phương pháp này nhằm tính toán chỉ số DFFHI dựa trên chỉ số lũ quét tiềm tàng FFPI, chỉ số mưa RI (Rainfall Index) và chỉ số độ ẩm của đất SWI (Soil Water Index)



Hình 6. Chỉ số DFFHI cho lưu vực sông Wang ở Thái Lan

Theo đó, DFFHI được xác định bằng công thức sau:

$$DFFHI = (0.50 \times FFPI) + (0.45 \times RI) + (0.05 \times SWI)$$

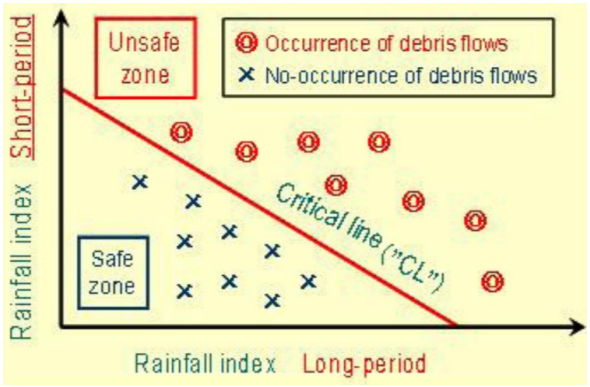
Việc xác định FFPI hoàn toàn tương tự như đã trình bày ở trên bằng phương pháp GIS, tuy nhiên có 8 yếu tố được tính toán tương ứng với các trọng số hiệu chỉnh bao gồm: Sử dụng đất (0,15); nhóm đất (0,15); chỉ số thực vật (0,1); độ dốc (0,25); độ cong hướng dòng (0,05); độ cong địa hình (0,05); tích luỹ dòng chảy (0,1) và khoảng cách đến sông suối (0,15). Chỉ số mưa RI được xác định bằng công thức sau:

$$RI = \left[\left(R_{-3day} \times 0.2\right) + \left(R_{-2day} \times 0.3\right) + \left(R_{-1day} \times 0.5\right)\right] \times I$$

Trong đó, R_{-3day}, R_{-2day}, R_{-1day} là lượng mưa ngày thứ 3, thứ 2 và ngày thứ nhất trong quá khứ tính theo mm, I là cường độ mưa giờ tại thời điểm tính toán (mm/giờ). Chỉ số SWI được lấy từ bản đồ vệ tinh độ phân giải 0,1 độ từ Copernicus Global Land Service mỗi ngày. Chỉ số DFFHI được tính toán cho lưu vực sông Wang ở Thái Land thể hiện ở hình 6.

3.3.4. Đường tới hạn CL

Trên cơ sở nghiên cứu sự xuất hiện của lũ quét từ Nhật Bản và các nước nhiệt đới khu vực Đông Nam Á, sự xuất hiện lũ quét được xét phụ thuộc vào quan hệ tổng lượng mưa tích lũy các thời đoạn và cường độ mưa lớn nhất xuất hiện trong thời đoạn đó tại một khu vực có điều kiện mặt đệm đã biết. Như vậy, việc xuất hiện một trận mưa gây lũ quét được xác định qua số liệu quan trắc mưa và sự xuất hiện lũ quét tại mỗi trạm đo mưa [20].



Hình 7. Phương pháp đường tới hạn CL

Phương pháp này được sử dụng để cảnh báo sự xuất hiện của lũ quét sử dụng các chỉ số mưa (cường độ và tổng lượng mưa) rút ra từ số liệu về cường độ mưa và tổng lượng mưa thu thập được từ các trận lũ quét, sạt lở đất đã xảy ra trong khu vực nghiên cứu. Do đó, ngưỡng mưa gây lũ quét được nhìn nhận là ngưỡng động phụ thuộc vào mối quan hệ giữa lượng mưa lũy tích từ khi mưa và

cường độ mưa tại thời điểm phát sinh lũ quét.

3.3.5. Chỉ số mô-đun đỉnh lũ

Chỉ số mô-đun đỉnh lũ là một chỉ số nhằm xác định một trận lũ là lũ quét hay lũ thường. Eric Gaume và cs (2009) [21] sau khi đánh giá đặc trưng của các trận lũ quét xảy ra ở châu Âu, đã tìm ra mô-đun đỉnh lũ của các trận lũ quét từ 0,5 - 40 $m^3/(s.km^2)$.

$$I = \frac{Q}{A}\left(\frac{m^3}{s.km^2}\right)$$

Trong đó: Q là lưu lượng đỉnh lũ (m^3/s) và A là diện tích lưu vực thượng nguồn (km^2).

Braud và cs (2014) [22] đã tiếp tục nghiên cứu và chỉ ra sự phân định về lũ quét với lũ thường bằng một khái niệm về lũ quét được xác định như sau: Lũ quét là một sự gia tăng về thuỷ văn trong thời gian rất ngắn (vài giờ hoặc ít hơn với lưu vực từ 1 - 100 km^2 và dưới 24 giờ đối với lưu vực có diện tích khoảng 1.000 km^2), để được coi là lũ quét, các trận lũ phải có mô-đun đỉnh lũ lớn hơn 0,5 $m^3/(s.km^2)$.

Cả hai nghiên cứu này đều đưa ra chỉ số phân định là 0,5 $m^3/(s.km^2)$, tuy nhiên các chỉ số này chưa xét đến năng lượng dòng chảy, khiến cho việc tính toán nguy cơ lũ quét tại các khu vực thượng nguồn chưa đảm bảo độ tin cậy.

3.4. Thảo luận

Theo rà soát, đánh giá các nghiên cứu, với mục tiêu đánh giá được khả năng xuất hiện lũ quét, một số nghiên cứu đã sử dụng chủ yếu 4 cách tiếp cận chính bao gồm: (1) đánh giá tính nhạy cảm với lũ quét; (2) đánh giá lũ quét dựa trên lượng mưa; (3) đánh giá lũ quét dựa trên các yếu tố thủy văn; (4) đánh giá lũ quét dựa trên các yếu tố thủy lực. Trong đó, phổ biến nhất đang được sử dụng trong các công bố khoa học là đánh giá tính nhạy cảm với lũ quét.

Việc đánh giá tính nhạy cảm với lũ quét thông thường dựa vào phương pháp chồng chập các nhân tố, các công cụ sử dụng chủ yếu bao gồm: Công cụ GIS và công cụ học máy. Trong đó, một số thuật toán phổ biến như AHP, FR, WOE… sử dụng để phân tích các trọng số, ngoài ra trong thời gian gần đây, các thuật toán học máy như hồi quy tuyến tính/logistic, cây quyết định, máy hỗ trợ vectơ… cũng dần được các nhà khoa học áp dụng. Đánh giá tính nhạy cảm của lũ quét hầu hết không mang tính ứng dụng cao, tuy nhiên, công việc này lại hỗ trợ tốt cho việc lập quy hoạch.

Lũ quét trong nghiên cứu thường có liên quan mật thiết đến lượng mưa, do vậy, sử dụng mưa và các kết quả tính toán từ mưa (thủy văn, thủy lực) là một trong các phương pháp hữu hiệu, mặc dù chứa các thuật toán phức tạp nhưng mang lại độ tin cậy cao. Ở Việt Nam, hệ thống FFGS đang được sử dụng một cách hiệu quả nhằm dự báo và cảnh báo nguy cơ lũ quét, đây là một công cụ phổ biến được các quốc gia trên thế giới sử dụng. Tuy nhiên, có một số yếu tố ảnh hưởng đến độ tin cậy của phương pháp dự báo này gồm:

Thứ nhất: Cảnh báo nguy cơ đến cấp lưu vực (mà phổ biến là ở diện tích với quy mô cấp huyện), với độ chi tiết chưa cao, điều này dẫn đến phạm vi cảnh báo rộng.

Thứ hai: Sử dụng kết quả khảo sát mặt cắt để xác định lưu lượng tràn bờ, điều này gây tốn kém và rất hạn chế áp dụng cho các khu vực thiếu số liệu.

Thứ ba: Sử dụng lượng mưa dự báo để tính toán nguy cơ, việc này dẫn đến sự phụ thuộc hoàn toàn vào kết quả tính toán mưa dự báo – một trong những vấn đề khó nhất của khí tượng - thủy văn. Mặc dù vậy, ở quy mô quốc gia chưa thể làm chi tiết được đến các lưu vực nhỏ. Các địa phương cần phối hợp nhằm triển khai mô hình một cách khoa học với độ chi tiết cao hơn trong công tác dự báo, cảnh báo nguy cơ lũ quét.

4. KẾT LUẬN

Quá trình nghiên cứu về lũ quét trên thế giới và Việt Nam bắt đầu từ rất sớm, quá trình phát triển đánh giá lũ quét từ định tính đến định lượng bằng chỉ số. Ngày nay, dưới sự phát triển của công nghệ, đặc biệt là công nghệ viễn thám GIS và học máy, các nghiên cứu về lũ quét ngày càng sử dụng nhiều dữ liệu quan sát bề mặt hơn nhằm xác định nguy cơ lũ quét một cách toàn diện hơn. Ở Việt Nam, hệ thống FFGS đã và đang là công cụ hỗ trợ

đắc lực trong công tác dự báo, cảnh báo nguy cơ lũ quét trên toàn quốc.

Kết quả nghiên cứu này có thể hữu ích đối với các nhà khoa học trong việc tìm kiếm góc nhìn tổng quan về tình hình nghiên cứu lũ quét đến thời điểm hiện nay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lan Anh (2023). Thiệt hại gần 25 tỷ đồng do thiên tai gây ra từ năm 2022 đến nay. *Tạp chí điện tử Kinh tế Môi trường*. https://kinhtemoitruong.vn/thiet-hai-gan-25-ty-dong-do-thien-tai-gay-ra-tu-nam-2022-den-nay-76907.html. Truy cập ngày 24/06/ 2023.

2. CrossRef, "You are Crossref," Crossref. https://www.crossref.org. Accessed May 1st, 2023.

3. Cục thông tin Khoa học và Công nghệ Quốc gia. "Cơ sở dữ liệu công bố KH&CN Việt Nam." https://sti.vista.gov.vn/Pages/danh-sach-tai-lieu-khcn-moi-nhat.aspx?Type_CSDL=TAILIEUKHCN. Truy cập ngày 01/5/2023.

4. Bernard S. Bush, M. J. Barrick (1943) "Emergency Experiences During Flash Floods". *Wiley - American Water Works Association,* vol. 35, no. 1, pp. 81 - 87.

5. Hà Văn Khối, Lê Đình Thành (1994) "Một số kết quả nghiên cứu về lũ quét tại thị xã Sơn La năm 1991". *Tạp chí Thủy lợi,* vol. 300, no. 0866 - 8736, pp. 34 - 36.

6. Dương Thị Lợi, Đặng Phương Lan (2021) "Ứng dụng mô hình đa chỉ tiêu nhằm đánh giá nguy cơ lũ quét trong bối cảnh biến đổi khí hậu toàn cầu. Trường hợp nghiên cứu cụ thể: miền núi Tây Bắc - Việt Nam". *Tạp chí Khí tượng Thủy văn,* vol. 721, no. 1, pp. 31 - 45, doi:10.36335/VNJHM.2021(721).31 - 45.

7. Aqil Tariq, Jianguo Yan, Bushra Ghaffar, Shujing Qin , B. G. Mousa, Alireza Sharifi, Md. Enamul Huq, Muhammad Aslam (2022). "Flash Flood Susceptibility Assessment and Zonation by Integrating Analytic Hierarchy Process and Frequency Ratio Model with Diverse Spatial Data". *Water,* vol. 14, no. 19, p. 3069.

8. Romulus Costache (2019). "Flash-flood Potential Index mapping using weights of evidence, decision Trees models and their novel hybrid integration". *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment,* vol. 33, pp. 1375 - 1402.

9. Ngô Thị Phương Thảo, Ngô Hùng Long, Nguyễn Quang Khánh, Bùi Thanh Tịnh, Trần Văn Phong, Nhữ Việt Hà, Nguyễn Thị Hải Yến (2020). "Ứng dụng phương pháp Random Forest dự báo vị trí có nguy cơ xảy ra lũ quét cho khu vực tỉnh Lào Cai". *Tạp chí khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất,* vol. 61, no. 5, pp. 30 - 42.

10. Hoàng Anh Huy, Hoàng Văn Đại, Văn Thị Hằng (2018). "Xây dựng quy trình cảnh báo lũ quét bằng phương pháp ngưỡng mưa cảnh báo lũ quét FFG và đường tới hạn CL, thí điểm cho thượng nguồn sông Cả". *Tạp chí Khí tượng Thủy văn,* vol. 10, pp. 16 - 27.

11. Nejc Bezak, Mojca vSraj, Matjavz Mikovs (2016). "Copula-based IDF curves and empirical rainfall thresholds for flash floods and rainfall-induced landslides". *Journal of Hydrology,* vol. 541, pp. 272 - 284. DOI: 10.1016/ j.jhydrol. 2016.02.058.

12. WMO, "Flash flood guidance (FFG)," https://etrp.wmo.int/mod/resource/view.php?id=14342. Accessed December 25th, 2021.

13. Lê Văn Thìn, Đào Anh Tuấn, Nguyễn Đăng Giáp (2021). "Nghiên cứu tính toán nguy cơ lũ quét trên lưu vực Trạm Tấu - tỉnh Yên Bái". *Khoa học và Công nghệ Thủy lợi,* vol. 67.

14. Jonathan D Phillips (2002). "Geomorphic impacts of flash flooding in a forested headwater basin". *Journal of Hydrology,* vol. 269, pp. 236 - 250, doi:10.1016/s0022-1694(02)00280-9.

15. Gregory E. Smith, "NWS" https://www.weather.gov/media/owp/oh/rfcdev/docs/cbrfc_ffg2.pdf. Accessed December 25th, 2021.

16. Kiều Văn Hoan, Nguyễn Hà Trang, Nguyễn Phương Thúy, Nguyễn Hữu Thanh (2019). "Ứng dụng công nghệ GIS và Viễn thám xây dựng bản đồ tiềm năng lũ quét tỉnh Sơn La".

Tạp chí Khoa học, vol. 64, pp. 120 - 132, doi:10.18173/2354-1067.2019-0053.

17. Quách Thị Chúc, Bùi Thị Thúy Đào (2021). "Nghiên cứu phân vùng nguy cơ lũ quét khu vực huyện Quang Bình, tỉnh Hà Giang bằng dữ liệu viễn thám và GIS trên cơ sở chỉ số FFPI". *Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường,* vol. 38, pp. 17 - 29.

18. Trần Tuyết Mai, Đoàn Văn Hải, Trịnh Thu Phương (2020). "Nghiên cứu ứng dụng công cụ khai thác sản phẩm của hệ thống định hướng cảnh báo lũ quét của Ủy hội sông Mê Công quốc tế (MRCFFGS) phục vụ xác định vùng nguy cơ lũ quét". *Tạp chí Khí tượng Thủy văn,* vol. 720, pp. 10 - 22, doi:10.36335/VNJHM.2020(720).

19. Sathit Chantip, Nat Marjang, Kobkiat Pongput (2020). "Development of Dynamic Flash Flood Hazard Index (DFFHI) in Wang River Basin, Thailand" International Association for Hydro-Environment Engineering and Research. https://www.iahr.org/library/infor?pid=7663. Accessed December 25th, 2021.

20. Lã Thanh Hà (2021). "Phương pháp cảnh báo lũ quét thời gian thực cho miền Trung". Người đô thị. https://nguoidothi.net.vn/phuong-phap-canh-bao-lu-quet-thoi-gian-thuc-cho-mien-trung-27133.html. Accessed December 25th, 2021.

21. Eric Gaume, Valerie Bain, Pietro Bernardara, Olivier Newinger, Mihai Barbuc, Allen Bateman, Lotta Blaškovicˇová, Günter Blöschl, Marco Borga, Alexandru Dumitrescu, Ioannis Daliakopoulos, Joachim Garcia, Anisoara Irimescu, Silvia Kohnova, Aristeidis Koutroulis, Lorenzo Marchi, Simona Matreata, Vicente Medina, Emanuele Preciso, Daniel Sempere-Torres, Gheorghe Stancalie, Jan Szolgay, Ioannis Tsanis, David Velasco, Alberto Viglione (2009). "A compilation of data on European flash floods" *Journal of Hydrology,* vol. 367, no. doi:10.1016/j.jhydrol.2008.12.028, 2009, pp. 70 - 78.

22. I. Braud, P.-A. Ayral, C. Bouvier, F. Branger, G. Delrieu, J. Le Coz, G. Nord, J.-P. Vandervaere, S. Anquetin, M. Adamovic, J. Andrieu, C. Batiot, B. Boudevillain, P. Brunet, J. Carreau, A. Confoland, J.-F. Didon-Lescot, J.-M. Domergue, J. Douvinet, G. Dramais, R. Freydier, S. Gérard, J. Huza, E. Leblois, O. Le Bourgeois, R. Le Boursicaud, P. Marchand, P. Martin, L. Nottale, N. Patris, B. Renard, J.-L. Seidel, J.-D. Taupin, O. Vannier, B. Vincendon, A. Wijbrans (2014). "Multi-scale hydrometeorological observation and modelling for flash flood understanding". *Hydrology and Earth System Sciences,* vol. 18, no. doi:10.5194/hess-18-3733-2014, pp. 3733 - 3761.

METHODS TO DETERMINE THE FLASH FLOOD HAZARD

Le Van Thin[1], Tran Dinh Hoa[2]

[1] Key Laboratory of River and Coastal Engineering

[2] Vietnam Academy for Water Resources

Summary

This study presents the methods of determining flash flood hazard in the world and Vietnam, the flash flood indexs and their reliability base on articles published until April 2023. Exploitation and usage assessment sources include: (1) from Crossref (a DOI registration agency that provides Digital Object Identifiers (DOIs) for scholarly content) with 143,500,238 records and (2) from Vietnam S&T publication database (Vista) with 340,813 records.

Keywords: *Methods, index, hazard, flash flood, GIS, machine learning, crossref.*

Người phản biện: PGS.TS. Hoàng Việt Hùng

Ngày nhận bài: 18/7/2023

Ngày thông qua phản biện: 18/8/2023

Ngày duyệt đăng: 25/8/2023

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH BÙN CÁT ĐẾN HỒ DẦU TIẾNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP QUAN TRẮC BÙN CÁT LƠ LỬNG THEO THỜI GIAN THỰC

Lê Thế Hiếu[1], Nguyễn Đăng Hà[1]
Lê Xuân Quang[2,*], Nguyễn Xuân Lâm[2], Lê Huy Phúc[3]

TÓM TẮT

Hồ Dầu Tiếng là một trong 4 hồ chứa quan trọng đặc biệt do Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn quản lý. Hồ được xây dựng từ năm 1981, có dung tích thiết kế 1,58 tỷ m^3; dung tích mực nước chết là 470 triệu m^3. Nhiệm vụ chính của hồ là cấp nước tưới và nước sinh hoạt cho 5 tỉnh/thành phố gồm: Tây Ninh, Bình Dương, Bình Phước, Long An và thành phố Hồ Chí Minh. Ngoài ra, qua nhiều năm hoạt động, quá trình hình thành bùn cát lòng hồ đã tạo điều kiện cho các hoạt động khai thác cát và vấn đề đặt ra là cần có một phương pháp và công cụ để có thể theo dõi, quản lý bền vững các hoạt động này. Trên cơ sở đó, một hệ thống quan trắc bùn cát lơ lửng dạng phao nổi kết hợp với tính toán trực tuyến đã được đề xuất thử nghiệm. Quá trình theo dõi liên tục trong 3 năm (năm 2020 - 2022) đã chỉ ra được phân bổ hàm lượng bùn cát về hồ theo tháng, với hơn 1.400 mg/l vào tháng 10 và khoảng 60 mg/l vào tháng 2. Kết hợp với các kết quả nghiên cứu về mô hình toán SWAT và MIKE11 và 21, một hệ thống tính toán theo dõi bùn cát về hồ đã được xây dựng và hoạt động trực tuyến với tần suất 10 phút, nhằm đưa ra được tổng lượng bùn cát về hồ theo tháng. Hệ thống với ưu điểm là có độ tin cậy và chi phí thấp, bước đầu đã cho thấy tính khả thi trong thực tiễn và kiến nghị cần được áp dụng lâu dài cho hồ Dầu Tiếng cũng như mở rộng cho các hồ chứa quan trọng đặc biệt khác.

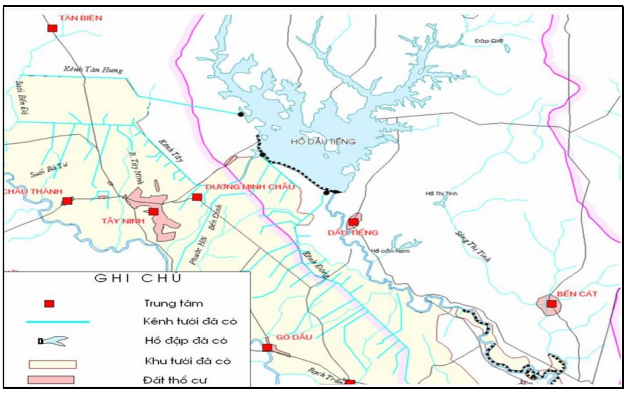
Từ khóa: *Bùn cát lơ lửng, hồ Dầu Tiếng, quan trắc.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bùn cát lơ lửng và tải trọng bùn cát lơ lửng là những yếu tố thiết yếu trong quản lý tài nguyên nước, bảo tồn đất và nước [1]. Bùn cát lơ lửng tác động tiêu cực đến hệ sinh thái môi trường như: Làm giảm độ trong của nước, chặn ánh sáng cho các cây thủy sinh, làm ảnh hưởng các sinh vật và mang theo rất nhiều chất độc hại, mầm bệnh như chì, thủy ngân và vi khuẩn [2]. Bùn cát lơ lửng là hệ quả của nhiều hoạt động khai thác lưu vực như xây dựng, nông nghiệp, chặt phá rừng, dòng thải từ các khu đô thị, xói mòn bờ sông, lũ lớn. Bùn cát lơ lửng thay đổi liên tục theo thời gian, không gian, trong khi đó các phương pháp lấy mẫu truyền thống khó đáp ứng về mặt thời gian, nhân lực, do vậy chưa phù hợp với các bài toán yêu cầu xác định bùn cát về hồ, hay giám sát và cảnh báo chất lượng nguồn nước theo thời gian thực. Gần đây, các nguyên tắc dựa trên quang học, âm học, mật độ, tính chất điều kiện đã cho thấy những kết quả khá khả quan theo hướng cung cấp dữ liệu (TSS) liên tục. Tại Mỹ từ năm 2002 đã có quy định bắt buộc phải giám sát liên tục bùn cát lơ lửng (Luật Nước sạch Mỹ) [3], tuy nhiên, việc giám sát dựa trên lấy mẫu và phân tích thủ công là tốn kém về nguồn lực và hạn chế về thời gian, nên việc ứng dụng các công nghệ giám sát thời gian thực sử dụng cảm biến quang học đã thu hút được rất nhiều quan tâm và đầu tư, trở thành một công cụ phổ biến ở Mỹ.

Hồ chứa Dầu Tiếng là công trình thủy lợi quan trọng đặc biệt với nhiệm vụ đa mục tiêu là cấp nước sinh hoạt, nông nghiệp, cắt giảm lũ, phát điện đảm bảo môi trường sinh thái kết hợp du lịch, nên cần thiết phải thực hiện giám sát thời gian thực bùn cát lơ lửng, kết hợp tính toán tổng lượng bùn cát về hồ chứa hàng năm, làm cơ sở cho các công tác quản lý và vận hành an toàn, bền vững, lâu dài.

[1] Cục Thủy lợi
[2] Viện Nước, Tưới tiêu và Môi trường
[3] Ban Chỉ đạo Quốc gia về Phòng chống thiên tai
[*] Email: lequangcwe.vawr@gmail.com



Hình 1. Bản đồ hệ thống thủy lợi Dầu Tiếng

Qua đánh giá tổng quan và thực tiễn một số nghiên cứu, để nhận định lượng bùn cát về hồ hàng năm thì một giải pháp đo đạc thời gian thực nhằm xây dựng đường quá trình tích lũy bùn cát thời gian thực sẽ là một chỉ số cảnh báo và làm cơ sở tốt cho việc theo dõi bùn cát đến hồ, cũng như quản lý các hoạt động cấp phép khai thác (Hình 1). Trong nghiên cứu này, đã trình bày thiết kế, triển khai và bộ dữ liệu ban đầu của một hệ thống trạm quan trắc, giám sát bùn cát về hồ Dầu Tiếng theo thời gian thực dạng phao nổi đáp ứng những thử thách trong mùa mưa bão.

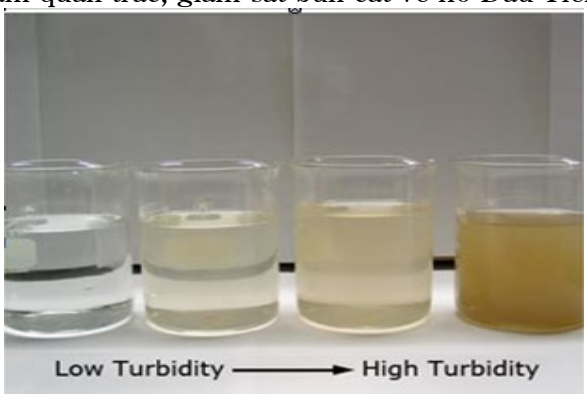
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

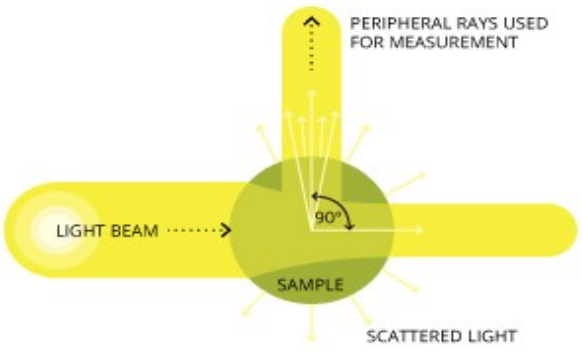
2.1. Phương pháp luận và công nghệ giám sát

2.1.1. Công nghệ giám sát độ đục

Đo đạc tổng lượng chất rắn lơ lửng (TSS) trực tiếp là phương pháp tốt nhất để đánh giá bùn cát lơ lửng, tuy nhiên, không khả thi trong giám sát liên tục hay thời gian thực vì phải lấy mẫu nước về phòng thí nghiệm, thực hiện triết tách bùn cát ra khỏi nước và cân. Do đó, đo bùn cát lơ lửng thông qua đo độ đục vẫn đang là công nghệ đo nhanh, phổ biến và tin cậy nhất đến thời điểm hiện nay.

Đo độ đục đơn vị là NTU (nephelometric turbidity units) thường được tính bằng việc đo ánh sáng tán xạ một góc 90° từ đường đi của ánh sáng ban đầu. Một cảm biến sử dụng phương pháp này bao gồm: Một nguồn phát sáng và một photo diode quang để đo ánh sáng tán xạ.





Hình 2. a. Độ đục là sự phản ánh của hàm lượng bùn cát; b. Trùm tia ánh sáng phát từ nguồn bị tán xạ một góc 90° khi gặp hạt vật chất

Tuy nhiên, phương pháp này có một nhược điểm là với phân bổ kích thước hạt khác nhau có thể dẫn đến độ đục khác nhau, do đó cần thiết phải thực hiện lấy mẫu bùn cát để xây dựng tương quan tại các vị trí dự kiến lắp đặt trạm.

2.1.2. Trạm đo bùn cát lơ lửng

Đo tổng lượng bùn cát lơ lửng dựa trên đo mật độ bùn cát (cảm biến độ đục) và lưu lượng về hồ. Một trạm đo bùn cát lơ lửng cụ thể bao gồm:

- Cảm biến đo độ đục hoạt động ở mọi mực nước sông khác nhau với độ sâu không đổi 0,5 m so với mặt nước.

- Tủ RTU chính trang bị các module truyền thông 2G/3G/4G và pin năng lượng mặt trời.

- Hệ phao cần được làm tối thiểu bằng inox không rỉ, chịu va đập và ăn mòn, chế tạo kín nước đạt IP67.

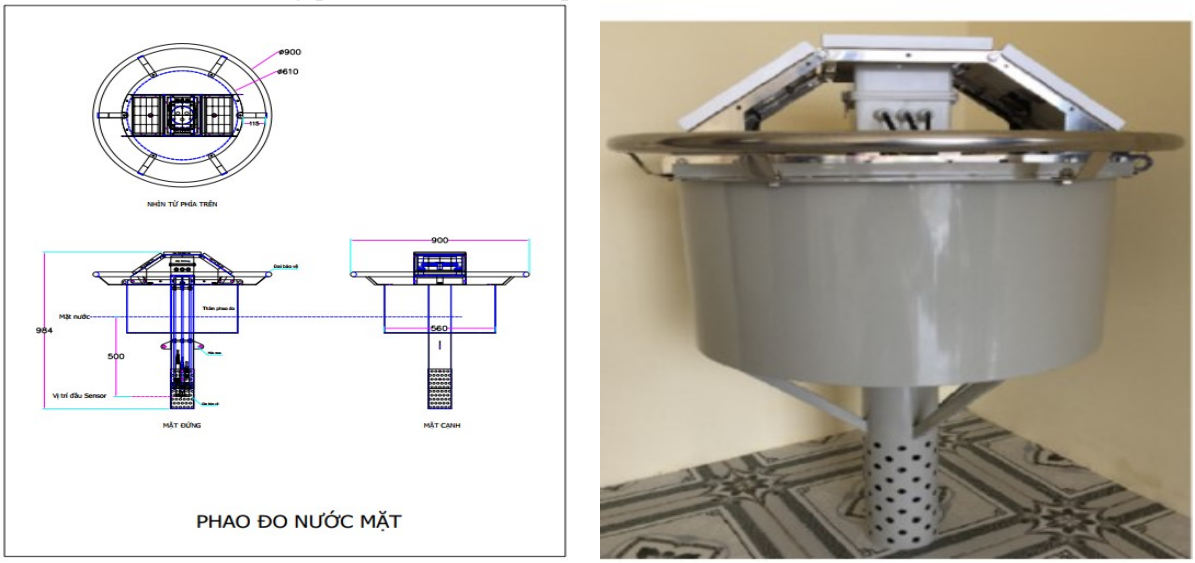
- Cột, giá néo và thiết bị bảo vệ đi cùng; gia cố neo móc với thiết bị phao nổi đặt ở vị trí đo thuận lợi.

Trạm nổi có thể được neo vào các vị trí cầu, các hệ phao đường thủy lớn cần có biển báo an toàn.

2.2. Thiết kế trạm quan trắc dạng phao nổi

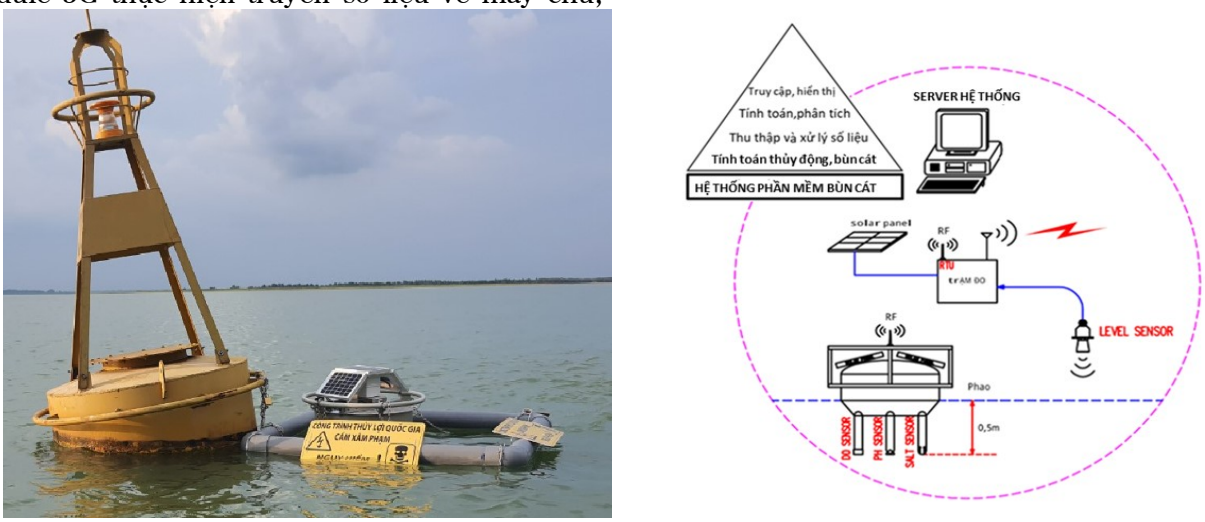
Thiết kế trạm quan trắc dạng phao nổi tập trung vào tính linh hoạt của hệ thống, dễ dàng mở rộng hoặc thay thế, bổ sung cảm biến và bảo trì dễ dàng... Phao bao gồm một thân chính, với kích

thước tổng thể là 0,984 m, chiều rộng 0,9 m, vật liệu chế tạo là inox 304. Tải trọng đẩy nổi 4,2 kg, đảm bảo cho hệ thống datalogger và pin năng lượng nổi an toàn, khối lượng phân bổ tại đuôi xấp xỉ bằng 1/3 tổng khối lượng toàn phao, để tạo cơ cấu lật đật giúp phao có thể có khả năng tự cân bằng trong các điều khiển sóng gió (Hình 3).



Hình 3. Bản vẽ thiết kế và hình ảnh chế tạo hoàn thiện trạm quan trắc bùn cát dạng phao nổi

Phao inox không rỉ, thiết kế tự cân bằng, pin năng lượng mặt trời tự hành; data logger với module 3G thực hiện truyền số liệu về máy chủ; cảm biến TSS và nhiệt độ có thiết kế chổi quét tự làm sạch đầu đo, số liệu đo 10 phút/lần.



Hình 4. Trạm quan trắc bùn cát theo thời gian thực dạng phao nổi được neo vào phao luồng của hồ

2.3. Cung cấp năng lượng và neo đậu

Hệ thống cung cấp năng lượng của phao bao gồm một mô-đun pin, bộ điều khiển sạc năng lượng mặt trời và hai tấm pin mặt trời. Mô-đun pin được làm bằng bốn pin 33 ampe. Kết nối cầu nối của bốn pin dẫn đến tổng dung lượng lưu trữ năng lượng là 132 ampe. Pin được sạc bằng bốn tấm pin mặt trời (Solara S160M136) với 45 Wp mỗi tấm pin. Với cấu trúc giống như chiếc ô của các tấm lắp ở cột buồm (Hình 4), các tấm pin mặt trời có thể được gấp lại một góc 90^0. Điều này làm cho chúng có thể điều chỉnh theo các độ cao khác nhau của hướng mặt trời trong suốt cả năm để đạt được năng suất năng lượng tối đa.

Xung quanh trạm quan trắc được bảo vệ bằng hệ thống các ống PVC, bốn góc của trạm quan trắc được neo vào bốn góc cố định của hệ thống ống PVC (Hình 4). Sử dụng hệ thống dây cáp mềm neo cố định trạm quan trắc phao nổi vào phao luồng của lòng hồ Dầu Tiếng.

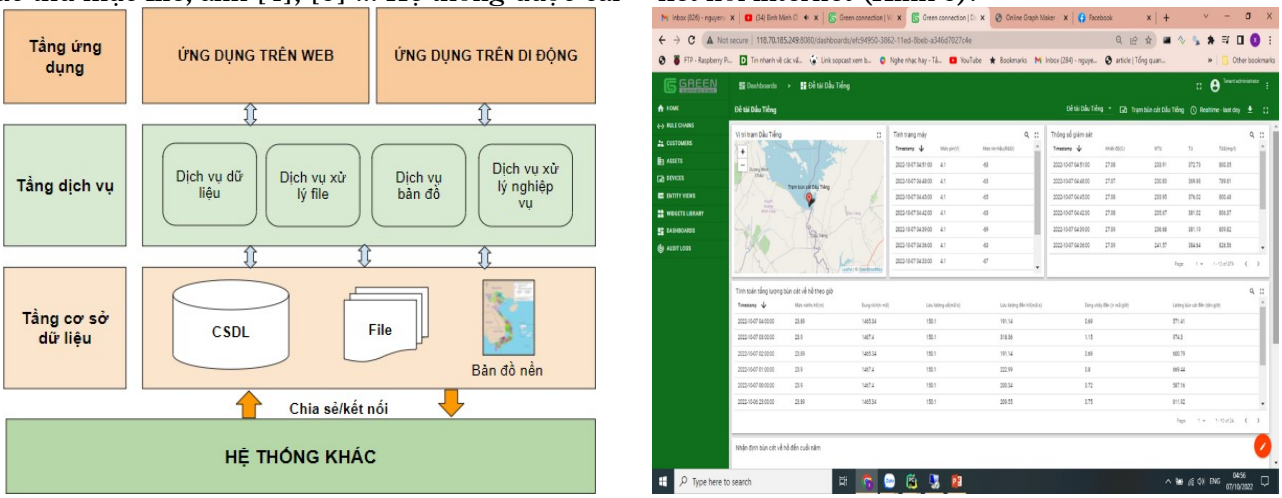
2.4. Thiết bị cảm biến, ghi và truyền dữ liệu

Thiết bị cảm biến của phao bao gồm ba đơn vị chính (Độ đục, TSS, nhiệt độ), là thước đo trực tiếp hàm lượng bùn cát lơ lửng, độ đục, nhiệt độ được ghi lại liên tục với độ sâu không đổi 0,5 m. Cảm biến có thiết kế cần gạt tự làm sạch đầu đo, cảm biến cứ sau 15 phút nó tự làm sạch. Tiêu thụ dòng cực thấp < 20 mA bảo vệ chống quá áp, sét… Cảm biến được kết nối với datalogger, module 4G thực hiện truyền số liệu hàng ngày từ trạm quan trắc dạng phao nổi về máy chủ, với số liệu được đo 10 phút/lần (Bảng 1).

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của cảm biến

Chỉ tiêu	Độ đục	TSS	Nhiệt độ
Nguyên lý đo	Khuếch tán hồng ngoại ở 90^0	Khuếch tán hồng ngoại ở 90^0	Tự động bù nhiệt NTC
Thang đo	0 - 4.000 FAU	Từ 0 - 50 g/l	-5 - 60^0C
Độ phân giải	0,01 - 1 NTU	0,1 mg/TSS	0,01^{0}C
Độ lặp lại	< 1 s	< 1 s	< 5 s
Độ chính xác	± 5% giá trị đọc	± 5% giá trị đọc	± 5% ^{0}C
Nhiệt độ lưu trữ	-10^{0}C - 60^{0}C	-10^{o}C - 60^{0}C	0^{0}C - 60^{0}C
Nhiệt độ làm việc	-5^{o}C - 60^{0}C		
Hiệu chuẩn	Từ 0 - 500 mg/l theo NF EN 872 Dẫy > 500 mg/l theo NF T 90 105 2		
Nguồn cấp	5 - 28 V		
Kích thước	Đường kính 27 mm, chiều dài 170 mm		
Khối lượng	750 g (cảm biến)		
Thân cảm biến	PVC, DERLIN, thạch anh, EPDM, polyamide		
Cấp	9 đầu bọc thép, polyurethane, dây trần hoặc đầu nối Fisher chống thấm nước		
Cấp bảo vệ	IP68		
Áp lực	5 bar		
Giao diện	Modbus RS485 (chuẩn) và SDII2 (tùy chọn)		

Phần mềm được xây dựng trên nền web với tầng cơ sở dữ liệu để lưu trữ các cơ sở dữ liệu nền, cơ sở dữ liệu chuyên ngành và các cơ sở phi cấu trúc thư mục file, ảnh [4], [5] ... Hệ thống được cài đặt triển khai trên hạ tầng máy chủ. Người sử dụng sẽ truy cập hệ thống thông qua các trình duyệt web trên PC, laptop hoặc thiết bị di động có kết nối internet (Hình 5).



Hình 5. Giao diện theo dõi, giám sát các trị số đo của trạm quan trắc

2.5. Địa điểm nghiên cứu và vị trí lắp đặt

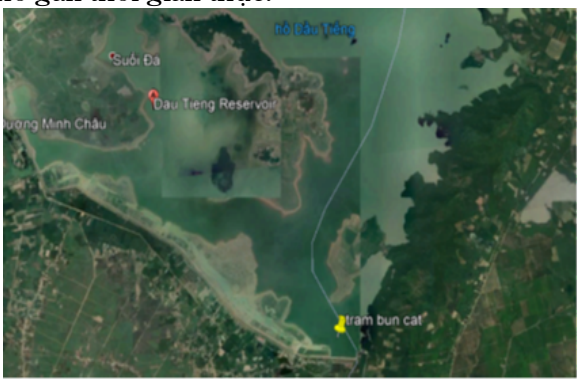
Trạm quan trắc được triển khai lắp đặt trên lòng hồ Dầu Tiếng để giám sát bùn cát lơ lửng. Hồ Dầu Tiếng có diện tích lưu vực 2.700 km^2, lưu lượng trung bình nhiều năm khoảng 85 m^3/s, dòng chảy trung bình mùa lũ trung bình chiếm 80%.

Tính đến diện tích cửa ra của hồ Dầu Tiếng, tỷ lệ đóng góp của nhánh phải (sông Tống Lê Chân) và nhánh trái (sông Tha La) tương ứng là 51 và 31% trung bình trong mùa lũ, 57 và 23% trung bình trong mùa cạn [6]. Để kiểm soát được lượng bùn cát vào hồ, đề xuất 3 vị trí đặt thiết bị giám sát độ đục: 2 vị trí đặt ở thượng lưu nhánh phải và nhánh trái, một vị trí đặt ở lòng hồ gần đập.

Tuy nhiên, qua tham vấn các bên và những hạn chế về các yếu tố kỹ thuật, an toàn và khuôn khổ tài chính đã thống nhất chọn ở vị trí lòng hồ gần đập và việc sử dụng cần thiết phải kết hợp với các mô hình toán trong tính toán xác định bùn cát về hồ gần thời gian thực.



Tham vấn các cán bộ quản lý và các nhà khoa học tại hồ Dầu Tiếng



Vị trí đặt trạm



Trạm nổi hoàn thiện



Trạm nổi di chuyển ra vị trí lắp

Hình 6. Vị trí trạm quan trắc bùn cát lơ lửng dạng phao nổi

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả quan trắc các chỉ số NTU và TSS trong 3 năm

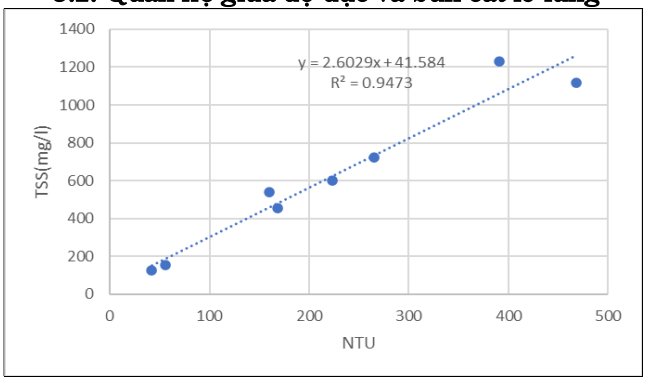
Từ ngày 12/9/2020 - 20/12/2022, một trạm quan trắc bùn cát lơ lửng dạng phao nổi được triển khai lắp đặt gần cống số 1 của hồ Dầu Tiếng (Hình 6), dữ liệu đã được ghi lại liên tục mà không bị gián đoạn. Các số liệu được đo 10 phút/lần và truyền về máy chủ. Bằng phương pháp xử lý số liệu, đã tính được các chỉ số như: nhiệt độ, độ đục (NTU), TSS (mg/l) về trung bình tháng của các năm 2020, 2021 và 2022 ghi lại và truyền về máy chủ.

Bảng 2. Số liệu thống kê được thu thập từ cảm biến trong toàn bộ thời gian giám sát

Tháng	Năm 2020 (n = 52.920)			Năm 2021 (n = 160.319)			Năm 2022 (n = 165.067)		
	NTU	TSS (mg/l)	Nhiệt độ (t^0c)	NTU	TSS (mg/l)	Nhiệt độ (t^0c)	NTU	TSS (mg/l)	Nhiệt độ (t^0c)
1	20,494	94,864	28,0	20,490	94,855	28,0	20,498	94,874	28,0
2	7,206	60,314	28,1	7,205	60,312	28,1	7,206	60,317	28,1
3	9,008	65,002	28,1	9,007	64,997	28,1	9,010	65,006	28,0
4	23,783	103,417	28,0	23,808	103,481	28,1	23,759	103,352	27,9

Tháng	Năm 2020 (n = 52.920)			Năm 2021 (n = 160.319)			Năm 2022 (n = 165.067)		
	NTU	TSS (mg/l)	Nhiệt độ (t^0c)	NTU	TSS (mg/l)	Nhiệt độ (t^0c)	NTU	TSS (mg/l)	Nhiệt độ (t^0c)
5	75,848	238,785	28,0	75,899	238,917	28,0	75,798	238,654	28,0
6	155,862	446,822	27,9	155,690	446,374	28,0	156,034	447,269	27,8
7	185,076	522,778	28,0	185,295	523,347	27,9	184,857	522,209	28,1
8	327,804	893,871	28,0	328,142	894,749	28,0	327,467	892,993	28,0
9	392,543	1.062,192	28,0	392,592	1.062,318	28,0	420,752	1.135,536	27,9
10	547,878	1.466,062	28,1	547,784	1.465,818	28,0	547,154	1.464,181	27,5
11	270,220	744,152	27,9	270,140	743,944	27,9	270,220	744,152	27,9
12	49,568	170,456	28,0	199,932	561,403	28,0	350,296	952,350	25,5

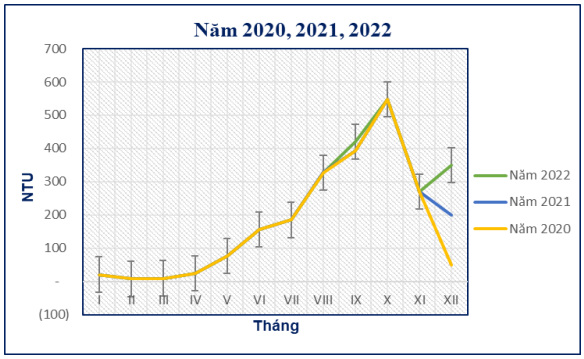
3.2. Quan hệ giữa độ đục và bùn cát lơ lửng

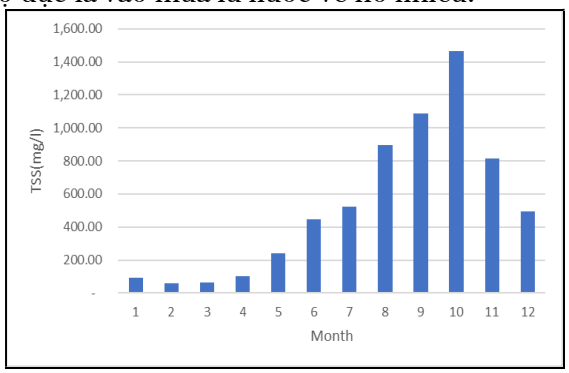


Hình 7. Mối quan hệ giữa độ đục và giá trị bùn cát lơ lửng TSS của 3 năm 2020, 2021, 2022

Đầu đo của cảm biến chỉ đưa ra chỉ số độ đục (NTU), để tính toán được bùn cát lơ lửng (TSS), một số mẫu nước được lấy tại vị trí đầu đo ở thời điểm mùa kiệt và mùa lũ của các năm 2020, 2021, 2022. Các mẫu này được đưa về phòng thí nghiệm, thực hiện cân sấy để xác định chính xác hàm lượng bùn cát lơ lửng TSS. Trên cơ sở đó, một quan hệ giữa chỉ số độ đục của cảm biến NTU và TSS được xây dựng. Kết quả tính toán cho thấy, một sự tương quan chặt chẽ đạt R^2 = 0,9473 là rất phù hợp, kết quả là một hàm tuyến tính TSS = 2,6 * NTU + 41,58 (Hình 7).

Độ đục (NTU) là một thông số chính của trạm quan trắc được đo liên tục và đo gián tiếp hàm lượng bùn cát lơ lửng (TSS). Hình 8 cho thấy, độ đục (NTU) được ghi lại liên tục từ ngày 12/9/2020 - 20/12/2022. Nhìn chung, trong năm 2020 các thông số thống kê (Bảng 2) được lấy từ chuỗi số liệu đo (n = 52.920) trong toàn bộ thời gian quan trắc. Giá trị độ đục thay đổi đáng kể trong năm 2020, với giá trị giá trị tối đa của độ đục (547,878 NTU) đo được vào tháng 10. Trong năm 2021 giá trị tối đa của độ đục (547,784 NTU) đo được vào tháng 10 với chuỗi số liệu đo (n = 160.319). Năm 2022 với chuỗi số liệu đo (n = 165.067) đo được giá trị cao nhất của độ đục (547,154 NTU). Như vậy giá trị đã phản ánh khả năng đỉnh của độ đục (Hình 8) của hệ thống trạm quan trắc dạng phao nổi là vào tháng 10 và giảm dần vào tháng 11 và 12, tháng 1, 2, 3, giá trị độ đục được cảm biến đo được là không đáng kể, các tháng 4, 5, 6 thì giá trị độ đục tăng dần đến giá trị đỉnh của độ đục, với đỉnh độ đục là vào mùa lũ nước về hồ nhiều.



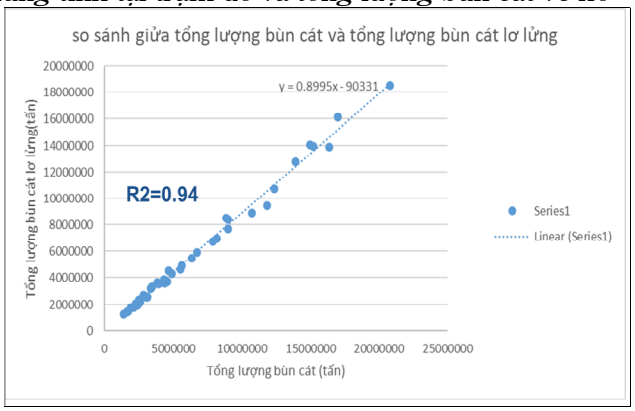


Hình 8. Độ đục đo tại vi trí trạm (trái) và hàm lượng bùn cát lơ lửng (TSS) trung bình tháng giai đoạn đo năm 2020 - 2022

Từ phân tích mối quan hệ giữa bùn cát lơ lửng và độ đục của 3 năm 2020, 2021 và 2022 cho thấy, quy luật diễn biến là rất giống nhau, với hàm lượng bùn cát lơ lửng đạt đỉnh vào mùa lũ (tháng 10) khoảng trên 1.400 mg/l, do lưu lượng, tốc độ dòng chảy về hồ cao dẫn đến sự bào mòn lớn trên lưu vực và hàm lượng bùn cát lớn, ngược lại hàm lượng bùn cát lơ lửng đạt giá trị nhỏ nhất vào mùa cạn (tháng 1, 2, 3) lưu lượng dòng chảy về hồ thấp.

3.3. Công cụ nhận định bùn cát về hồ hàng năm

3.3.1. Mối quan hệ giữa tổng lượng bùn cát lơ lửng tính tại trạm đo và tổng lượng bùn cát về hồ



Hình 9. Quan hệ tổng lượng bùn cát và tổng lượng bùn cát lơ lửng đến hồ

Phân tích mối quan hệ giữa dòng chảy bùn cát về 40 năm tính toán từ mô hình toán SWAT, Mike 11 và 12 [7], cho hồ Dầu Tiếng và số liệu dòng chảy bùn cát lơ lửng được tính từ dòng chảy và nồng độ bùn cát lơ lửng tại vị trí lòng hồ (vị trí đặt trạm đo) cho thấy, có một sự tương quan chặt chẽ giữa tổng lượng bùn cát và tổng lượng bùn cát lơ lửng (Hình 9) là R^2 = 0,94. Như vậy, việc sử dụng trạm giám sát bùn cát lơ lửng để giám sát dòng chảy tổng lượng bùn cát về hồ theo thời gian thực là hoàn toàn khả thi.

3.3.2. Tính toán tổng lượng bùn cát về hồ thời gian thực

Một hệ thống tính toán trực tuyến nhỏ đã được thiết lập, nó kết nối các trạm đo mực nước, trạm đo lưu lượng xả của hồ Dầu Tiếng theo bước thời gian (giờ) đã được thiết lập. Từ đây dòng chảy đến hồ được tính toán tại mỗi giờ như sau:

$In_i = V_i - V_{i-1} + Out_i$ [8].

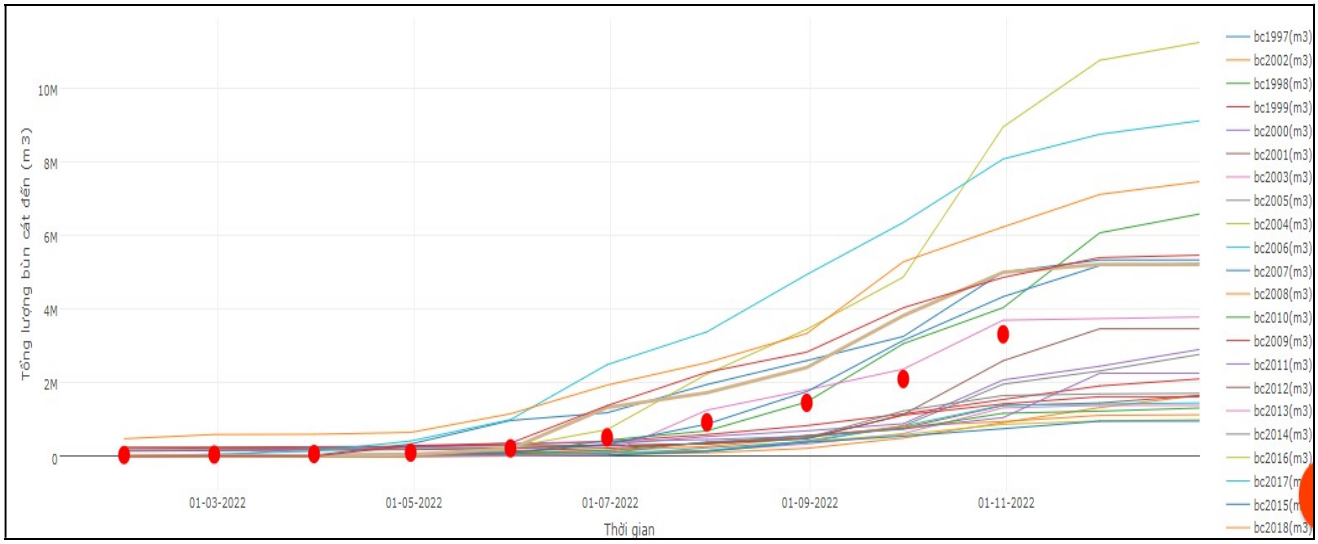
Trong đó: In_i: Dòng chảy đến hồ ngày giờ thứ i; Vi là dòng tổng dung tích hồ chứa cuối giờ thứ i; Vi-1 hay V_{i-1} là dung tích cuối giờ i-1 và đầu giờ i; Các dung tích này được tính từ mực nước thời điểm i, i-1 và quan hệ Z~W của hồ chứa.

Như vậy tổng lượng bùn cát lơ lửng giờ thứ i sẽ là In_i * TSS_i (hàm lượng bùn cát lơ lửng trung bình giờ thứ i), từ quan hệ giữa tổng lượng bùn cá lơ lửng sẽ tính ra tổng lượng bùn cát về hồ theo công thức x = (y + 90331)/0,8995 (Hình 10). Mô hình tính toán đặt trên máy chủ sẽ hoạt động theo bước giờ và cuối tháng sẽ đưa ra tổng lượng bùn cát tích luỹ của năm, tính từ đầu năm. Chuỗi theo dõi bùn cát về hồ theo tháng này sẽ được so sánh với 40 đường quá trình trong quá khứ để làm cơ sở nhận định tổng lượng bùn cát về hồ cuối năm (Hình 11).

Tính toán tổng lượng bùn cát về hồ theo giờ

Timestamp	Mực nước hồ(m)	Dung tích(tr m3)	Lưu lượng xả(m3/s)	Lưu lượng đến hồ(m3/s)	Dòng chảy đến (tr m3/giờ)	Lượng bùn cát đến (tấn/giờ)
2022-12-20 10:00:00	24.3500004	1569.19995	86.0131073	71.9199982	0.26	302.76
2022-12-20 09:00:00	24.3500004	1569.19995	86.0131073	62.5400009	0.23	279.1
2022-12-20 08:00:00	24.3500004	1569.19995	86.0131073	53.1500015	0.19	227.98
2022-12-20 07:00:00	24.3500004	1569.19995	75.7266464	59.2599983	0.21	254.94
2022-12-20 06:00:00	24.3500004	1569.19995	75.7266464	60.4799995	0.22	257.27
2022-12-20 05:00:00	24.3500004	1569.19995	75.7266464	49.8499985	0.18	218.73

Hình 10. Quan hệ tổng lượng bùn cát và tổng lượng bùn cát lơ lửng đến hồ



Hình 11. Nhận định lượng bùn cát về hồ Dầu Tiếng năm 2022

(Dấu chấm: Lượng bùn cát tích luỹ về hồ năm 2022 hiện tại; các đường khác là đường quá trình của 40 năm quá khứ)

Theo tính toán vào thời điểm tháng 9/2022, tổng lượng bùn cát sẽ về hồ khoảng hơn 3 triệu m^3, gần trung bình nhiều năm (3,8 triệu m^3) [7], đây sẽ là cơ sở cho cơ quan quản lý vận hành ra quyết định về kế hoạch quản lý khai thác.

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, một phương pháp sử dụng trạm đo bùn cát lơ lửng để theo dõi tổng lượng bùn cát về hồ đã được thí điểm. Phương pháp này sử dụng số liệu đo độ đục liên tục, quy đổi thành TSS 10 phút/lần kết hợp với tính toán cân bằng nước để suy ra được lưu lượng đến hồ và tổng lượng bùn cát đến hồ. Cơ sở khoa học của phương pháp này dựa trên thiết bị đo chính xác, tần suất lớn, lấy mẫu phân tích trong phòng thí nghiệm và các kết quả phân tích tương quan dòng chảy lưu lượng, mực nước, dòng chảy bùn cát đến hồ của mô hình SWAT và Mike 11 và 21 (cho phần lòng hồ chứa).

Các kết quả quan trắc đã đưa ra được đặc điểm phân bổ bùn về hồ Dầu Tiếng không đều theo tháng, với những tháng mùa lũ ghi nhận trên 1.400 mg/l, trong khi những tháng mùa kiệt chỉ vào khoảng 60 mg/l. Ngoài ra, với thời gian quan trắc từ ngày 12/9/2020 - 20/12/2022, cảm biến đo trực tiếp độ đục, nhiệt độ với độ sâu không đổi 0,5 m, liên tục truyền về máy chủ với tần suất 10 phút/lần, phao nổi hoạt động tốt và an toàn trong điều kiện mưa bão và luôn tối ưu về năng lượng cho hệ thống. Số liệu về máy chủ được tự động tính toán, kết nối với các trạm đo thuỷ văn hiện có của hồ chứa, để đưa ra được tổng lượng bùn cát về hồ theo giờ và tích luỹ năm tại thời điểm cuối các tháng. Mô hình đã kết hợp đo đạc, tính toán thời gian thực này cho thấy những ưu điểm khi có độ tin cậy cũng như chi phí triển khai và quản lý thấp. Kết quả từ việc theo dõi này sẽ là các cơ sở quan trọng cho các công tác quản lý hồ chứa nói chung cũng như quản lý khai thác khoáng sản trên lòng hồ nói riêng.

Trên cơ sở đó, kiến nghị nên mở rộng giải pháp áp dụng cho hồ Dầu Tiếng về lâu dài cũng như áp dụng cho các hồ chứa quan trọng đặc biết khác.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này là một phần kết quả nghiên cứu của đề tài cấp Bộ "Nghiên cứu giải pháp quản lý, khai thác bồi lắng của các hồ chứa đặc biệt đảm bảo an toàn, hiệu quả" do PGS.TS. Lê Xuân Quang làm chủ nhiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Kiên Dũng (1998). Bồi lắng bùn cát hồ Hòa Bình trong những năm đầu tích nước". Báo cáo tại hội thảo khoa học "Đánh giá ảnh hưởng của hồ Hòa Bình tới môi trường". Viện Khí tượng Thủy văn, Hà Nội.

2. Mai Văn Biểu, Vũ Đình Hòa (1998). Vấn đề bồi lắng hồ Hòa Bình," Đánh giá ảnh hưởng của hồ chứa Hòa Bình tới môi trường, Hà Nội.

3. J. G. L. M. C. G. Glysson (2000). Adjustment of Total Suspended Solids Data for Use in Sediment Studies. https://doi.org/10.1061/40517(2000)270.

4. Colby B . R. (1964). Practical Computations of Bed - Material Discharge, J. Hydraulics Division, ASCE, , vol.17(5), pp. 898 - 908.

5. Molias A, Yang C. T (1986). Computer Program User's Manual for GSTARS, U.S. Bureau of Reclamation Denver.

6. Lê Xuân Quang và cs (2021). Phương pháp xác định bồi lắng bùn cát hồ Dầu Tiếng. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ thủy lợi*.

7. Lê Thế Hiếu và cs (2022). Tính toán xác định bồi lắng bùn cát hồ Dầu Tiếng bằng phương pháp kết hợp mô hình SWAT, MIKE 11 và 21. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ thủy lợi*, số 75, p. T39.

8. Chang H. H (1998). Fluvial-12 Mathematical Model for Erodible Channels User's Manaul, Sandiego, California.

RESEARCH FOR DETERMINATION OF SANDS TO DAU TIENG RESERVOIR REAL TIME TSS OBSERVATION METHOD

Le The Hieu[1], Nguyen Dang Ha[1]
Le Xuan Quang[2], Nguyen Xuan Lam[2], Le Huy Phuc[3]
[1]Department of Water Resources
[2]Institute for Water and Environment
[3]National steering committee for Natural disaster prevention and control

Summary

Dau Tieng reservoir is one of four top-priority ones managed directly by Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD). It was constructed in 1981, and has a capacity of 1.58 billion m^3 and 470 million m^3 of dead storage. It bears duties of supplying irrigation and domestic water for 5 provinces and cities of Tay Ninh, Binh Duong, Binh Phuoc, Long An and Ho Chi Minh City. During many years of operation, sediment and sand accumulated have facilitated the sand mining activities within the reservoir, and the pending issues is how to sustainably mange those activities. Such that, a pilot of online monitoring and calculating inflow of sendiments has been proposed. After three years of monitoring, the float station has given a monthly average distribution of suspended sediments with maximum as 1,400 mg/l in October and minumum as 60 mg/l in February. Based on the output from SWAT and MIKE11&21 model, an online caculating component for reservoir sendiments has been operated with frequency of 10 minute in order to accurately publish the total reservoir sediment inflow monthly. The system with advantages of reliability and lowcost has initially proven a high feasibility and been recommended to permantly applied for Dau Tieng and other important reservoirs.

Keywords: *Suspended sediment, Dau Tieng reservoir, monitoring suspended.*

Người phản biện: GS.TS. Phạm Thị Hương Lan
Ngày nhận bài: 11/7/2023
Ngày thông qua phản biện: 11/8/2023
Ngày duyệt đăng: 18/8/2023

NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG GIẢI PHÁP TƯỜNG CHỐNG TRÀN ĐÊ SÔNG KẾT CẤU DẠNG PHAI XỐP BỌC COMPOSITE (VTC.FC.3020)

Nguyễn Chí Thanh[1,*], Vũ Lê Minh[1], Trần Thị Nga[1], Luyện Lê Diệu Linh[1]

TÓM TẮT

Việt Nam nằm trong những nước chịu ảnh hưởng nặng nề của biến đổi khí hậu, thường xuyên đối diện với nguy cơ lũ lụt cực đoan dẫn đến tràn đỉnh đê sông. Trên thế giới đã phát triển nhiều giải pháp chống tràn cho đê sông, tuy nhiên do vấn đề kinh tế và kỹ thuật nên chưa áp dụng tại Việt Nam. Trong khi đó, giải pháp chống tràn chủ yếu trong nước chủ yếu là sử dụng bao tải đất, cát hoặc xây dựng tường chắn cố định bằng bê tông cốt thép, khó đáp ứng được yêu cầu chống lũ khẩn cấp. Nghiên cứu này là kết quả giải pháp chống tràn bán di động sử dụng tấm phai bằng vật liệu xốp bọc composite (VTC.FC.3020). Đây là loại vật liệu mới, được nghiên cứu phân tích cơ sở khoa học, thí nghiệm mô hình vật lý và trình diễn thử nghiệm ngoài hiện trường. Các kết quả nghiên cứu cho thấy, giải pháp đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật: Hoạt động ổn định với cột nước lên tới 1,7 m (tuy nhiên với đê sông để đảm bảo ổn định tổng thể, cột nước tràn lớn nhất là 1,0 m), đảm bảo độ kín nước; thời gian triển khai rất nhanh và giá thành hợp lý; vật liệu phổ biến và có thể gia công chế tạo tại Việt Nam.

Từ khóa: *Chống tràn đỉnh đê, đê sông, xốp bọc composite.*

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Nước ta có hệ thống sông ngòi lớn, với hơn 10.600 km đê sông các cấp; địa hình phần lớn là đồi núi nên khi có mưa lớn, nước từ khu vực này thường dồn xuống nhanh chóng làm dâng cao mực nước sông lớn và nhỏ. Trong bối cảnh nước ta nằm trong số các nước chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của biến đổi khí hậu và nước biển dâng [1], xu hướng lũ lụt xảy ra thường xuyên hơn và xuất hiện cả ở những nơi trước đây chưa có [2]. Mặc dù lũ lụt đã gây ra rất nhiều thiệt hại về người và của, nhưng giải pháp cơ bản và gần như là duy nhất được sử dụng vẫn là dùng các bao cát gia cố, bù đắp cao trình mặt đê, bờ bãi hoặc xây dựng tường chắn cố định bằng bê tông cốt thép để chống tràn. Các giải pháp này có nhiều nhược điểm như thời gian thi công lâu, yêu cầu nhiều nhân lực (**Error! Reference source not found.**), trong khi thực tế lũ thường lên nhanh, yêu cầu các khu dự trữ vật liệu đắp chống tràn chiếm diện tích lớn.

Các sự cố tràn đỉnh đê trong những năm gần đây cho thấy, nhu cầu ứng dụng các công nghệ kết cấu chống tràn đỉnh đê tại Việt Nam là rất lớn. Trong khi đó, các công nghệ chống tràn trên thế giới hiện nay mặc dù khá phong phú, mỗi giải pháp đều có ưu, nhược điểm nhất định, có phạm vi, điều kiện áp dụng khác nhau. Các giải pháp có thể chia thành 4 dạng chính: (1) Tường chắn nước (Hình 1), (2) Kết cấu chắn nước tự ổn định (Hình 2), (3) Ống vải hơi hoặc ống vải chứa nước (Hình 3) và (4) Bao tải cát. Mỗi giải pháp kết cấu đều có các ưu nhược điểm nhất định. Để đánh giá được những ưu nhược điểm này, có thể xem xét một số chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật như sau: (1) Khả năng chịu lực ổn định và an toàn; (2) Yêu cầu về sản xuất chế tạo; (3) Yêu cầu về việc bảo dưỡng, vận chuyển; (4) Thời gian cần thiết cho việc thi công lắp đặt cũng như đòi hỏi về nhân vật lực đi kèm; (5) Độ bền tuổi thọ (6) Chi phí đầu tư.

[1] Viện Thủy công, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam
* Email: thanhthuyloi@gmail.com



Hình 1. Tường chống tràn dạng tường phai [3]



Hình 2. Tường chống tràn tự ổn định AquaFence [4]



Hình 3. Chống lũ sử dụng ống vải hơi tại Đan Mạch

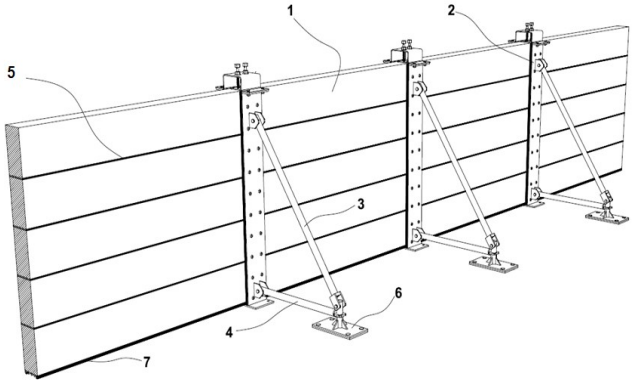
Do sự phát triển đa dạng của các giải pháp chống lũ nên vấn đề đánh giá, kiểm thử khả năng chịu tải cũng như sự an toàn của các kết cấu này luôn được quan tâm. Một số nghiên cứu phân tích, đo đạc đối với giải pháp áp dụng cho các công trình ở châu Âu, Trung Quốc và Mỹ. Trên cơ sở phân tích và đo đạc, các bài học kinh nghiệm cũng như những ưu, nhược điểm của từng giải pháp cũng được phân tích. Ở một số nước, ví dụ như Đức, Trung Quốc, giải pháp kết cấu chống lũ tạm thời đã được tiêu chuẩn hóa. Trong nhóm các giải pháp chống tràn trên thế giới đang sử dụng, giải pháp chống tràn dạng tường phai cho thấy có nhiều ưu điểm, có thể ứng dụng phù hợp cho

nhiều trường hợp tràn đỉnh công trình đê điều ở Việt Nam. Tuy vậy, giải pháp này có nhược điểm lớn là giá thành đắt, vì vậy việc nghiên cứu phát triển công nghệ kết cấu chống tràn mới có giá thành phù hợp với điều kiện trong nước mà vẫn đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật tối ưu là rất cần thiết.

2. CẤU TẠO, NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG VÀ ĐIỀU KIỆN ỨNG DỤNG CỦA GIẢI PHÁP

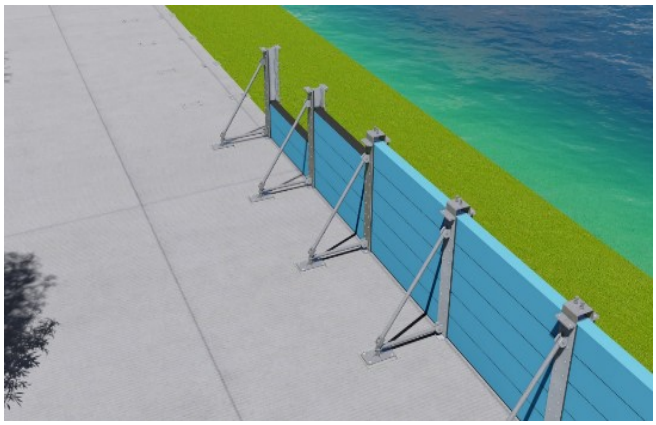
Giải pháp tường chống tràn đê sông kết cấu dạng phai xốp bọc composite VTC.FC.3020 (VTC: Viện Thủy công; FC: Foam-core Composite; 3020: 30 cm x 20 cm (H x B) - kích thước tấm phai, có thể thay đổi tùy theo điều kiện thực tế) là loại kết cấu gọn nhẹ, có thể thay đổi linh hoạt chiều cao chắn nước; cấu tạo đơn giản, có thể lắp đặt thủ công, thích hợp cho việc vận chuyển bằng cả thủ công và cơ giới.

Nguyên tắc chung của kết cấu tường chống tràn đê dạng tường phai là ngăn dòng nước bằng cách xếp chồng các tấm phai theo chiều thẳng đứng. Các tấm phai được cố định hai đầu bằng trụ thép (có khe phai); chiều cao chắn nước thay đổi linh hoạt bằng cách thay đổi số lượng tấm phai. Bằng cách siết bu lông theo phương ngang và phương thẳng đứng, các tấm phai được nén chặt với gioăng cao su, từ đó ngăn rò rỉ nước và chống xói giữ tấm phai với nền.



Hình 4. Cấu tạo giải pháp tường chống tràn đê sông kết cấu dạng phai xốp bọc composite VTC.FC.3020

1. Tấm phai; 2. Trụ đỡ; 3. Thanh chống xiên; 4. Thanh chống ngang; 5. Gioăng cao su kín nước giữa các tấm phai; 6. Cụm chân chống có sẵn các lỗ chờ bu lông; 7. Gioăng cao su kín nước giữa tấm phai và nền.



Hình 5. Mô phỏng 3D giải pháp tường chống tràn đê sông kết cấu dạng phai xốp bọc composite VTC.FC.3020

Kết cấu của công nghệ chống tràn dạng tường phai bằng vật liệu xốp bọc composite được minh họa ở Hình 4, bao gồm các bộ phận sau: Tấm phai dạng hình hộp chữ nhật, được chế tạo bằng vật liệu xốp và bọc composite bên ngoài. Các lớp composite được gia cường bằng cốt sợi thủy tinh; Trụ đỡ bằng thép không gỉ có dạng chữ I dùng để cố định hai đầu của tấm phai. Kích thước phần tai của trụ đỡ được tính toán để có thể lắp vừa chiều dày của tấm phai và gioăng kín nước; các thanh chống (chống xiên và chống ngang) tăng tính ổn định và hỗ trợ lực cho trụ đỡ; cụm chân chống được chôn sẵn trong nền, có để các lỗ chờ để bắt vít bu lông cố định trụ đỡ; các bộ phận khác (gioăng cao su kín nước; bu lông).

Khi có yêu cầu chống lũ, các trụ đỡ được vận chuyển tới địa điểm tập kết. Trụ được lắp thẳng đứng, cố định bằng bu lông vào cụm chân chống đã có sẵn trong nền. Sau khi sử dụng, các bộ phận có thể tách rời (tấm phai, trụ đỡ, thanh chống, gioăng cao su và bu lông) được bảo quản trong các kho chứa phòng chống thiên tai. Các lỗ chờ bu lông tại cụm chân chống được bịt kín bằng nắp cao su để tránh lấp, tắc.

Giải pháp có các ưu điểm: Kết cấu gọn nhẹ, thích hợp cho việc vận chuyển bằng cả các phương tiện cơ giới có kích thước nhỏ; quá trình lắp đặt, tháo dỡ không đòi hỏi thiết bị đi kèm; có thể lắp đặt hoàn toàn bằng thủ công; có thể lắp đặt trên bề mặt địa hình bằng phẳng bằng đá dăm, đất, bê tông hoặc cả bề mặt trồng cỏ; thay đổi linh hoạt

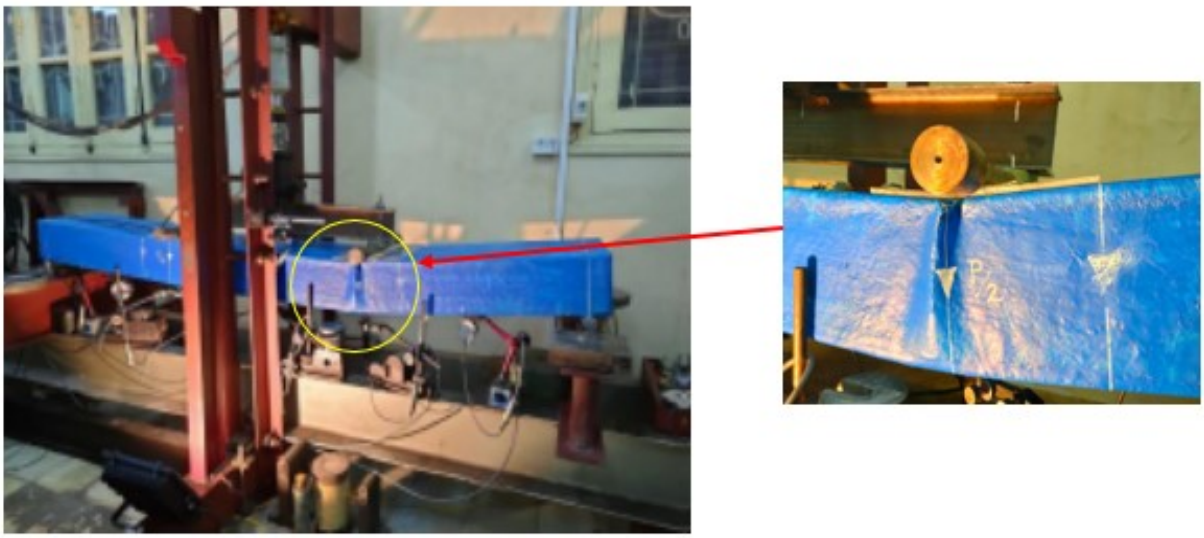
chiều cao tường chắn nước; vật liệu xốp bọc composite không bị ăn mòn, dễ chế tạo.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

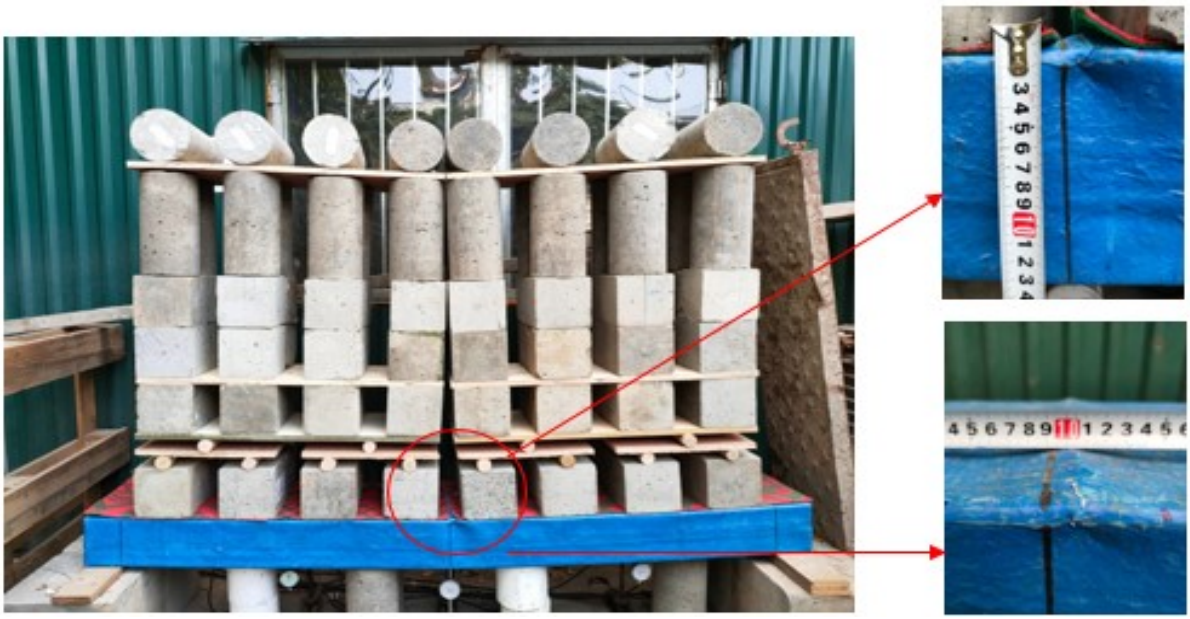
Giải pháp tường chống tràn đê sông kết cấu dạng phai xốp bọc composite VTC.FC.3020 được nghiên cứu về cơ sở khoa học, thí nghiệm mô hình vật lý (sức chịu tải trong điều kiện chịu tải trọng tập trung và phân bố; thí nghiệm mô hình tỷ lệ 1 : 1 với các kịch bản lũ); triển khai thử nghiệm ngoài hiện trường.

3.1. Thí nghiệm mô hình vật lý

Thực hiện 3 thí nghiệm với số lớp composite và cách chất tải trọng khác nhau: Dầm 3 lớp composite (chất tải sát nhau và tải giãn cách), dầm 2 lớp (tải giãn cách)



Hình 6. Thí nghiệm mô hình tấm phai gia tải chịu uốn trong điều kiện tải trọng tập trung



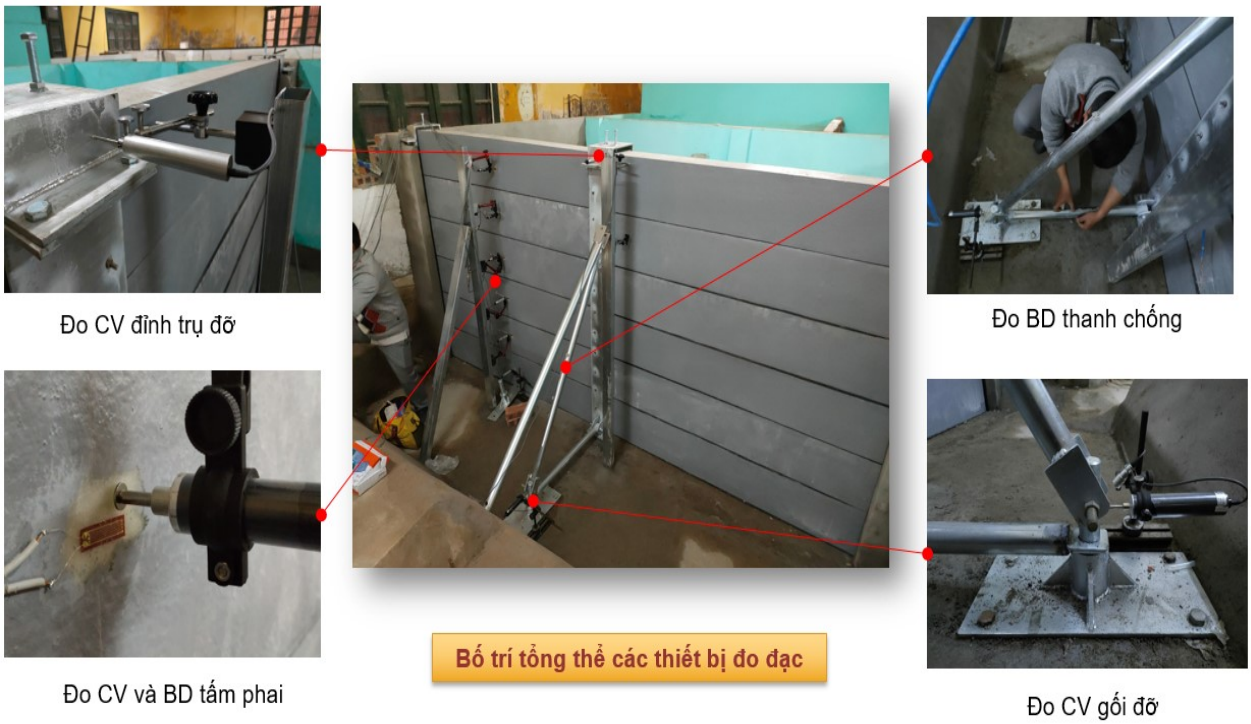
Hình 7. Thí nghiệm mô hình tấm phai gia tải chịu uốn trong điều kiện tải trọng phân bố đều

Với thí nghiệm mô hình bể thử tải, các kịch bản thí nghiệm bao gồm:

- Kịch bản 1: Cột nước tăng dần từ cao trình nền tới Hmax = 150 cm và giữ cố định (cột nước tăng dần từng cấp H = 30 cm, 60, 90, 120 và 150 cm). Tại mỗi cấp cột nước, giữ cho tới khi chuyển vị trí và biến dạng của tấm phai đạt mức ổn định rồi tiếp tục tăng cột nước tới mức tiếp theo.

- Kịch bản 2: Nước rút dần từ Hmax về cao trình nền (giảm theo từng cấp, nguyên tắc tương tự như kịch bản 1).

- Kịch bản 3: Mực nước tăng nhanh tới Hmax và rút nhanh về cao trình nền



Hình 8. Bố trí tổng thể các thiết bị đo đạc



Hình 9. Thí nghiệm mô hình vật lý 1 : 1 với cột nước H = 1,7 m

3.2. Trình diễn thử nghiệm

Để đánh giá khả năng vận hành của giải pháp chống tràn mới đã tiến hành trình diễn thử nghiệm giải pháp tường chống tràn cho đê sông bằng vật liệu mới tại cửa khẩu qua đê Ngọc Tảo, tại lý trình Km 13 + 000, xã Tam Thuấn, huyện Phúc Thọ, thành phố Hà Nội.



Hình 10. Vị trí cửa khẩu trình diễn thử nghiệm

Cửa khẩu có kích thước B x H = 8,0 x 2,4 m, 1 khoang kết cấu bê tông cốt thép, có nhiệm vụ kết nối giữa quốc lộ 32 và tuyến đường chính qua xã Tam Thuấn. Lưu lượng giao thông qua cửa khẩu lớn, có nhiều xe tải phục vụ thi công một số công trình trong địa bàn xã.



Hình 11. Trình diễn thử nghiệm giải pháp tại cửa khẩu đê Ngọc Tảo (Tháng 11 năm 2022)

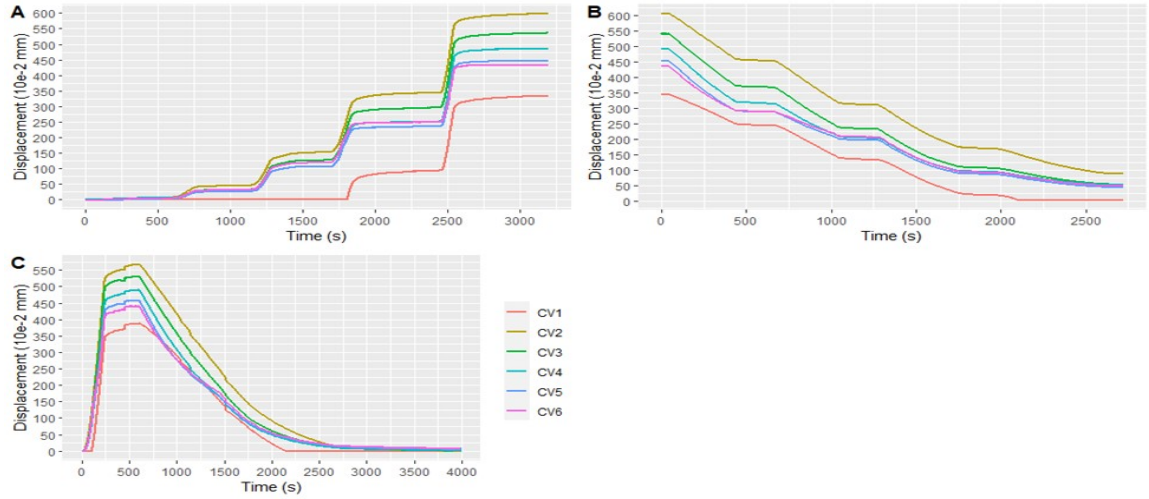
4. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Kết quả phân tích các thí nghiệm cho thấy, kết cấu vận hành ổn định với các kịch bản thí nghiệm, hoàn toàn đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật và có thể áp dụng trong thực tế. Kết cấu nhẹ, vận chuyển và lắp đặt đơn giản, hoàn toàn thủ công. Do kết cấu các tấm phai có trọng lượng nhẹ, có tính "mềm" nên các chi tiết kín nước cần đặc biệt lưu ý để đảm bảo hiệu quả kín nước, không gây ra các biến dạng cục bộ tại các liên kết ở khe phai.

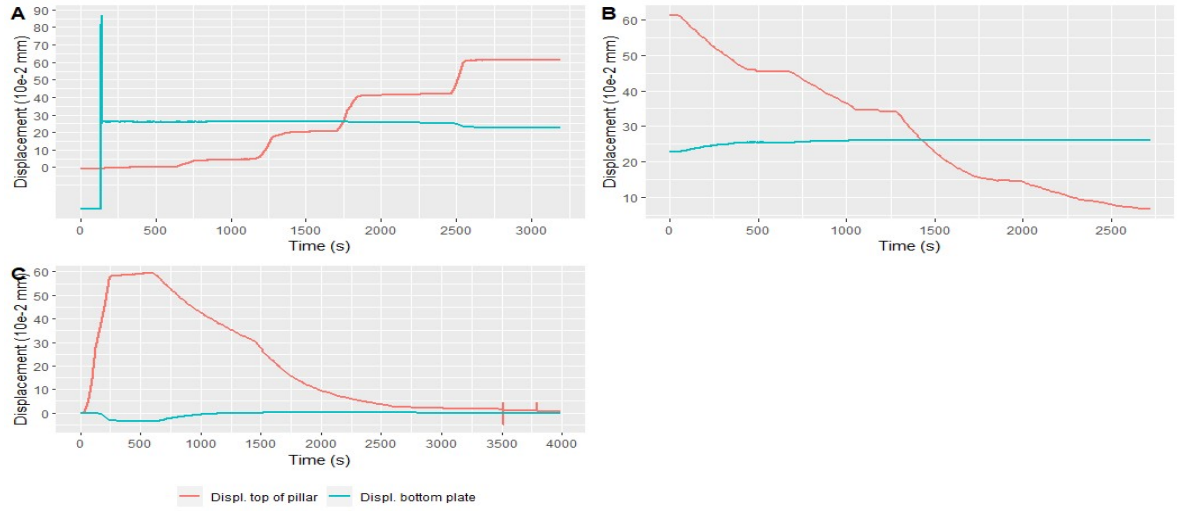
- Thử gia tải tới cột nước H = 1,7 m (Hmax thiết kế là 1,5 m), kết cấu vẫn vận hành ổn định, độ võng lớn nhất của tấm phai chỉ là 6 mm, chuyển vị đầu trụ đỡ là 0,6 mm. Với cột nước H ≤ 1,0 m, có thể sử dụng tấm phai mỏng hơn (D = 10 – 15 cm) hoặc giảm số lớp composite tùy theo điều kiện thực tế.

- Vật liệu xốp bọc composte hoàn toàn có thể sử dụng để chế tạo các tấm phai dùng cho mục đích ngăn nước với cột nước lớn hơn. Tuy nhiên cần chú ý vấn đề kín nước.

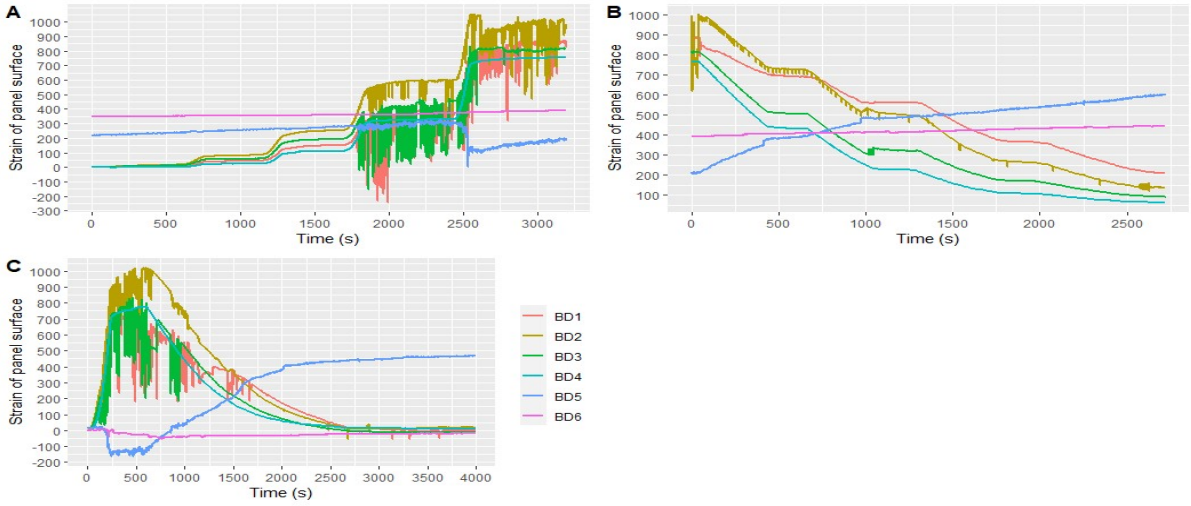
- Giải pháp chống tràn dạng tường phai bằng xốp bọc composite có tính thực tiễn cao, đảm bảo ổn định khi chịu tác động của dòng chảy lũ trên sông, hoàn toàn đáp ứng được các yêu cầu về kỹ thuật nên có thể nhân rộng để sử dụng trong thực tế.



Hình 12. Chuyển vị các tấm phai theo A - Kịch bản 1, B - Kịch bản 2 và C - Kịch bản 3



Hình 13. Chuyển vị trụ đỡ và gối đỡ theo A – Kịch bản 1, B – Kịch bản 2 và C- Kịch bản 3



Hình 14. Biến dạng bề mặt tấm phai theo A - Kịch bản 1, B - Kịch bản 2 và C - Kịch bản 3

Kết quả triển khai giải pháp trong thực tế tại cửa khẩu đê Ngọc Tảo như sau:

- Thời gian triển khai rất nhanh: Với 2 nhân công thi công hoàn toàn thủ công, thời gian lắp dựng một trụ đỡ và hệ thanh chống là 5 phút, thời gian lắp dựng 1 khoang (bao gồm 5 tấm phai kích thước 20 x 30 x 200 cm, gioăng kín nước, nêm cố định tấm phai) là 5 phút. Tổng thời gian lắp dựng cho toàn bộ cửa khẩu là khoảng 40 phút.

- Các chuyên gia về kết cấu, thủy lực, chính quyền địa phương và các đơn vị quản lý (Sở Nông nghiệp và PTNT, Sở Giao thông vận tải Hà Nội) tham dự trình diễn thử nghiệm đều đánh giá giải pháp có nhiều ưu điểm vượt trội, phù hợp để triển khai trong thực tế. Đại diện huyện Phúc Thọ và xã Tam Thuấn đề xuất các cơ quan có thẩm quyền tạo điều kiện về các thủ thục pháp lý và phân bổ kinh phí để triển khai, áp dụng giải pháp trên diện rộng tại địa phương.

5. KẾT LUẬN

Giải pháp tường chống tràn đê sông kết cấu dạng phai xốp bọc composite (VTC.FC.3020) đã chứng minh hiệu quả thông qua thử nghiệm mô hình vật lý và thử nghiệm hiện trường. Kết cấu trọng lượng nhẹ, được vận chuyển bằng xe thô sơ hoặc xe cơ giới nhỏ; việc xây dựng được thực hiện hoàn toàn thủ công nên có thể triển khai nhanh chóng, hiệu quả khi có yêu cầu chống lũ khẩn cấp. Chất liệu chế tạo tấm phai là xốp bọc composite có nhiều ưu điểm: Nhẹ, bền với điều kiện thời tiết khí hậu Việt Nam, chống ăn mòn, có thể sản xuất trong nước giúp giảm giá thành đáng kể so với nguyên liệu phải nhập khẩu. Chiều cao chống tràn có thể thay đổi mà không ảnh hưởng tới mặt bằng.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này sử dụng kết quả nghiên cứu của đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ: "Nghiên cứu ứng dụng, phát triển kết cấu chống tràn cho đê sông do lũ". Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Bộ Nông nghiệp và PTNT đã tạo điều kiện để Viện Thủy công và nhóm nghiên cứu thực hiện đề tài này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. P. Schmidt-Thome, T. H. Nguyen, T. L. Pham, J. Jarva, K. Nuottimäki (2015). "Climate change in Vietnam" in *Climate change adaptation measures in Vietnam*, Springer, pp. 7 - 15.

2. UNEP (2020). "How climate change is making record-breaking floods the new normal". https://www.unep.org/news-and-stories/story/how-climate-change-making-record-breaking-floods-new-normal. Accessed 30 Jun 2023.

3. Gesellschaft für operativen Hochwasserschutz mbH, "Mobile Flood Protection." https://www.goh.de/de/objektschutz/. Accessed 30 Jun 2023.

4. "Entsorgungsgesellschaft Döbeln (EGD)-AquaFence schützt vor Mulde." https://huebner-hochwasserschutz.de. Accessed 30 Jun 2023.

APPLICATION OF ANTI-OVERTOPPING USING COMPOSITE-COATED FOAM PANELS FOR RIVER DYKE (VTC.FC.3020)

Nguyen Chi Thanh[1], Vu Le Minh[1], Tran Thi Nga[1], Luyen Le Dieu Linh[1]

[1]Hydraulic Construction Institute, Vietnam Academy for Water Resources

Summary

Vietnam is one of the countries most heavily affected by climate change, often facing the risk of extreme floods leading to overtopping of river dykes. In the world, many solutions have been developed to prevent overtopping problem, but not practicable to apply in Vietnam due to economic and technical issue. Meanwhile, the core solution to prevent overtopping in Vietnam is using sandbag or building fixed retaining reinforced concrete walls which are difficult to satisfy the urgent flood control requirements. This paper introduces the research results of semi-mobile anti-overtopping using composite-coated foam panels (VTC.FC.3020). This is a new material, which is analyzed by the research team on the scientific basis, experimented by physical models and demonstrated in the field. The research results show that the solution meets the technical requirements: stable operation with a water height up to 1.7 m (highest water height for river dyke is 1.0 m), ensuring watertightness; very fast implementation and reasonable price; materials are popular and can be processed and manufactured in Vietnam.

Keywords*: Anti-overtopping, river dyke, foam-core composite.*

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Quang Cường
Ngày nhận bài: 11/7/2023
Ngày thông qua phản biện: 11/8/2023
Ngày duyệt đăng: 18/8/2023

GIẢI PHÁP VÀ CÔNG NGHỆ MỞ THÊM KHOANG CHO CỐNG TỰ ĐỘNG VÙNG TRIỀU ĐÃ CÓ TẠI ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Nguyễn Thanh Hải[1, *], Tăng Đức Thắng[1], Hà Đức Hạnh[2], Nguyễn Văn Hoạt[1], Đào Việt Hưng[1], Phạm Ngọc Hải[1], Phạm Văn Giáp[1], Dương Thị Thùy Dung[1], Nguyễn Trọng Hiên[1]

TÓM TẮT

Cống tự động vùng triều đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là dạng cống hở lộ thiên có cửa cống đóng hay mở tự động theo thủy triều, được xây dựng nhiều ở ĐBSCL, tập trung ở vùng ven biển của đồng bằng trong giai đoạn năm 1990 - 2005. Trong các tài liệu đã công bố, hiện nay và tương lai sản xuất nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản, nguồn nước, xâm nhập mặn… đã, sẽ thay đổi khác trước, đặt ra những yêu cầu mới. Ở ĐBSCL có số lượng rất lớn cống dạng này, rất cần được nghiên cứu cải tạo nâng cấp cho phù hợp, mang lại hiệu quả sử dụng cao hơn. Nghiên cứu này giới thiệu giải pháp, công nghệ mở thêm khoang cống cho cống tự động vùng triều đã có, nhằm đáp ứng yêu cầu của phát triển nông nghiệp vùng ĐBSCL trong bối cảnh thay đổi của thượng nguồn sông Mê Kông và biến đổi khí hậu.

Từ khóa: *Công trình thủy lợi, cống tự động, chế độ thủy lực, vùng ĐBSCL.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vùng ĐBSCL có diện tích tự nhiên khoảng 39.945 km^2 (chưa tính diện tích các đảo), có lợi thế về phát triển nông nghiệp, là trung tâm sản xuất nông nghiệp lớn nhất của Việt Nam, đóng góp 50% sản lượng lúa, 65% sản lượng nuôi trồng thủy sản, 70% các loại trái cây của cả nước, 95% lượng gạo xuất khẩu và 60% lượng cá xuất khẩu.

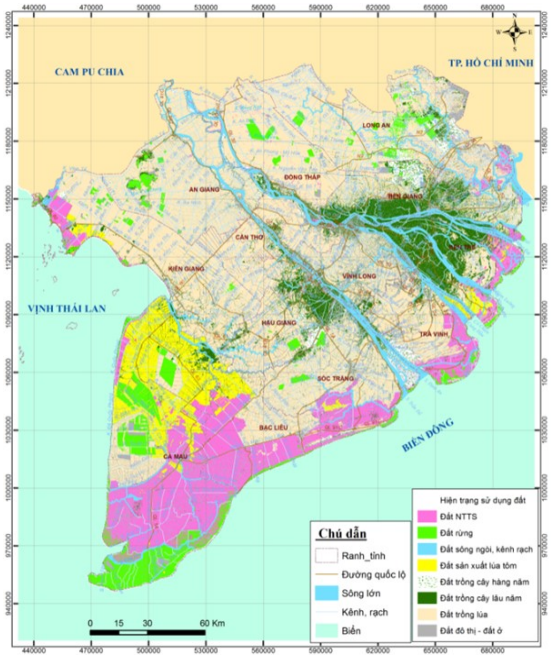
Phát triển sản xuất nông nghiệp (năm 2010 - nay) của vùng ĐBSCL đã có chuyển đổi sản xuất phù hợp với yêu cầu phát triển kinh tế - xã hội và thích ứng với điều kiện tự nhiên, nguồn nước, xâm nhập mặn. Đất trồng cây hàng năm (cây lúa) giảm khoảng 0,22%/năm. Đất trồng cây công nghiệp lâu năm tăng khá mạnh, trung bình khoảng 3,9%/năm, cây ăn quả lâu năm tăng khoảng 1,4%/năm. Đất nuôi trồng thủy sản (NTTS) nước lợ tăng khoảng 1,2%/năm, nước ngọt tăng khoảng 5,7%/năm. Qua đó đã cho thấy, trong giai đoạn từ năm 2010 đến nay, vùng ĐBSCL nói chung và vùng ven biển nói riêng đã có sự thay đổi về sản xuất nông nghiệp theo hướng nâng cao hiệu quả, bền vững, thích ứng với thay đổi của nguồn nước, biến đổi khí hậu (BĐKH).

Thực tế vùng ĐBSCL và kết quả nghiên cứu đề tài khoa học [1], [2] đã cho thấy, đây là khu vực chịu ảnh hưởng nặng nề nhất bởi sự biến động nguồn nước từ thượng lưu, nước biển dâng dẫn đến xâm nhập mặn (XNM) sâu, tình trạng ô nhiễm, sạt lở.

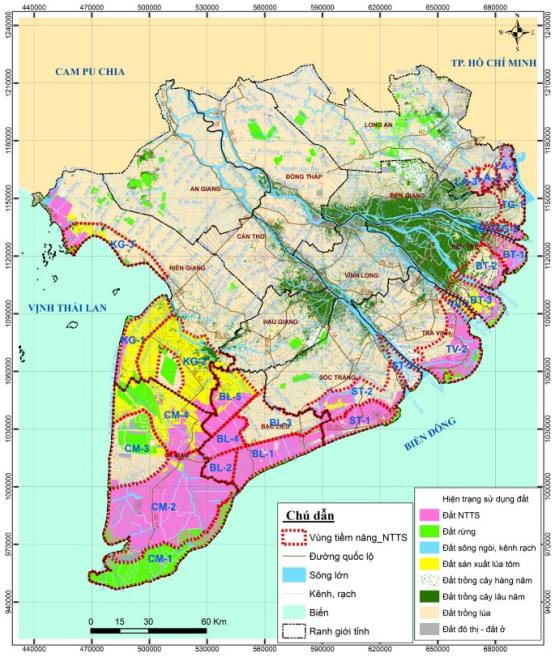
- Về hiện trạng diễn biến lũ, phù sa

Từ số liệu thực đo tại trạm Tân Châu (từ năm 1961 - 2020), xác định có 14 năm mực nước đỉnh lũ (Hmax) thuộc loại lũ lớn ≥ báo động (BĐ) III chiếm 23,3%, còn lại là lũ vừa, nhỏ chiếm khoảng 76,7%. Nếu xem xét giai đoạn (năm 2005 - 2020): tại trạm Tân Châu, Châu Đốc chỉ năm 2011 có Hmax > BĐ III và Q_{TB} năm lớn nhất, chiếm tỷ lệ 6,7%, còn lại là lũ vừa, nhỏ chiếm khoảng 93,3%. Như vậy, tần suất xuất hiện lũ lớn trên BĐ III ít hơn, lũ nhỏ, lũ vừa xuất hiện nhiều hơn.

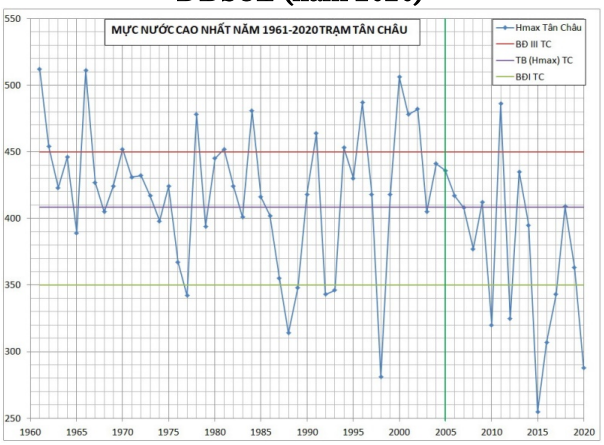
[1] Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam
[2] Ban Quản lý Đầu tư và Xây dựng Thủy lợi 10
[*] Email: hai63tlmn@gmail.com



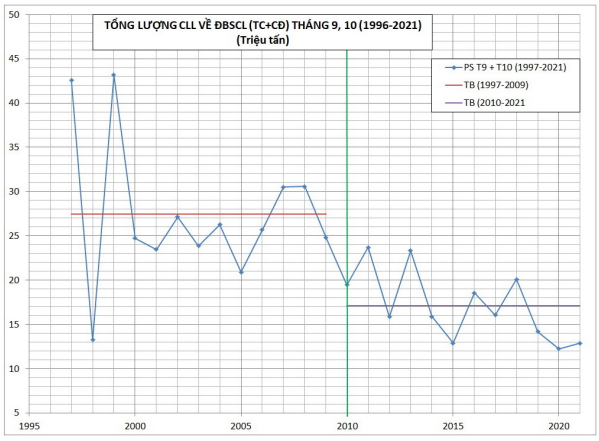
Hình 1. Hiện trạng sản xuất nông nghiệp ĐBSCL (năm 2020)



Hình 2. Tiềm năng chuyển đổi sản xuất ven biển ĐBSCL



Hình 3. Diễn biến mực nước cao nhất năm năm 1961 - 2020 trạm Tân Châu



Hình 4. Tổng lượng cát lơ lửng (CLL) tháng 9, 10 (năm 1996 - 2021) về ĐBSCL

Lượng bùn cát lơ lửng trong dòng chảy sông Mê Kông về đồng bằng giai đoạn năm 1996 - 2010, trung bình khoảng 27,44 triệu tấn, trong khi giai đoạn năm 2010 - 2021 giảm một cách rõ rệt chỉ còn 17,09 triệu tấn (giảm gần 40%), năm gần đây (năm 2019 - 2021) tổng lượng bùn cát lơ lửng rất thấp chỉ khoảng trên 12 triệu tấn.

- Về diễn biến nguồn nước, XNM hiện tại và tương lai vùng ĐBSCL

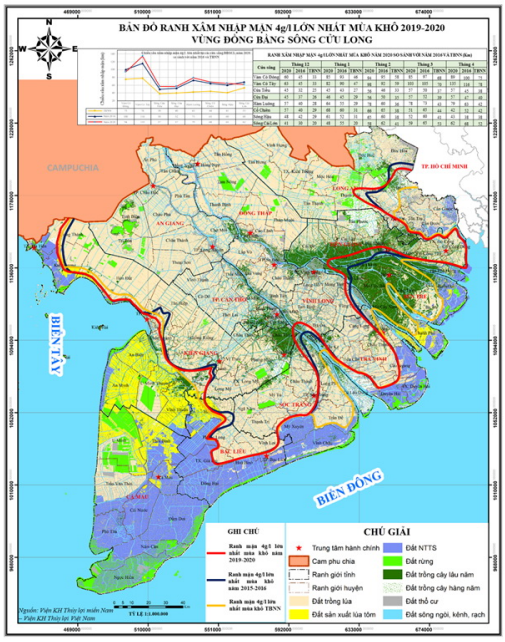
Theo tài liệu đã công bố [1 - 3], biến động xây dựng các dự án thủy điện trên dòng chính, dòng nhánh thuộc lưu vực sông Mê Kông trong giai đoạn năm 2007 - 2020 là lớn nhất, chiếm 62%, các hồ chứa chưa hoàn thành trong tương lai gần (năm 2040) chiếm tỷ lệ nhỏ hơn (28%) so với tổng dung tích hữu ích các hồ chứa. Đồng thời đã phản ánh việc xây dựng các hồ chứa nước thủy điện (công trình thủy điện) đã tác động mạnh đến dòng chảy phía hạ du. Biến động dòng chảy sông Mê Kông đến vùng đồng bằng (dòng chảy mùa lũ, dòng chảy mùa khô) cũng đã thay đổi, trong đó bất lợi và thuận lợi đều tồn tại đan xen rất khó dự báo.

- Dòng chảy mùa lũ (hiện tại và các kịch bản tương lai) có xu thế giảm thấp hơn so với lũ năm 2000, 2011.

- Dòng chảy mùa khô (tháng 12, tháng 1) theo xu thế bất lợi hơn, tháng 4 mực nước có xu thế tăng nhẹ, các tháng 2, 3, 5 diễn biến dòng chảy ít thay đổi.

Nước biển dâng làm gia tăng ngập trên đồng

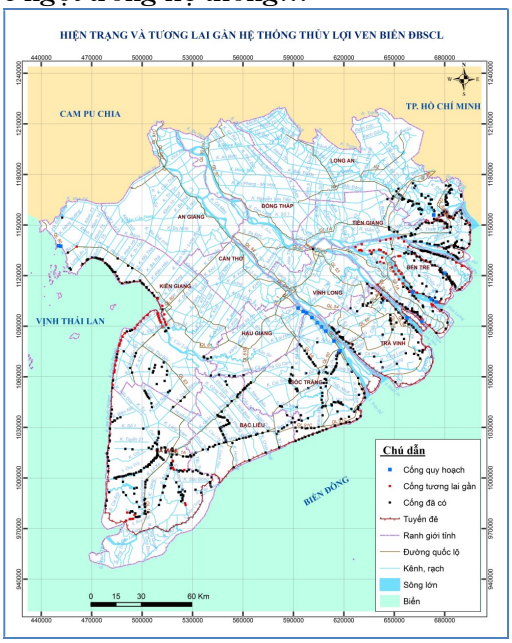
bằng, nhất là các vùng ven biển, mà còn làm cho mặn xâm nhập sâu hơn vào nội địa. Kết quả nghiên cứu đã cho thấy, XNM vùng cửa sông Cửu Long đã dịch chuyển sớm hơn so với trước đây 1,0 - 1,5 tháng, còn các vùng xa cửa sông diễn biến phức tạp và khó lường hơn so với trước đây [1]. Kết quả là, phân bố độ mặn và thời gian XNM



Hình 5. Xâm nhập mặn vùng ĐBSCL

Trong giai đoạn năm 2010 trở về trước, cống tự động vùng triều đã được ứng dụng trong xây dựng mang tính phổ biến trong vùng, theo số liệu thống kê từ các đề tài, dự án điều tra của Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, vùng ĐBSCL có khoảng gần 1 nghìn cống qui mô trung bình đến lớn (B ≥ 5,0 m), trong đó ven biển phía Tây có 102 cống 1 cửa, 9 cống 2 cửa, 9 cống ≥ 3 cửa; Quản Lộ Phụng Hiệp có 21 cống 1 cửa, 13 cống 2 cửa, 8 cống ≥ 3 cửa; có 10 cống 1 cửa, 8 cống 2 cửa, 8 cống ≥ 3 cửa; bắc Bến Tre có 17 cống 1 cửa, 9 cống 2 cửa, 19 cống ≥ 3 cửa; Bảo Định có 22 cống 1 cửa, 2 cống 2 cửa, 1 cống ≥ 3 cửa. Thực tế những năm của giai đoạn trước các cống này đã được khai thác hiệu quả, ổn định, phục vụ khá tốt cho sản xuất nông nghiệp và NTTS. Thay đổi thượng nguồn sông Mê Kông, BĐKH trong những năm gần đây đã tác động làm cho diễn biến nguồn nước, XNM thay đổi, trong đó ở vùng kiểm soát mặn, thời gian đóng cửa cống trong mùa khô hàng năm kéo dài hơn và sớm hơn so với trước từ 15 - 20 ngày.

Yêu cầu mới đặt ra đối với cống tự động vùng ven biển đã thay đổi, tác động đến sản xuất nông nghiệp, thủy sản mặn, lợ, đồng thời tác động đến vận hành các hệ thống thủy lợi, đặc biệt là mùa khô thời gian đóng cống kiểm soát mặn kéo dài hơn so với giai đoạn trước từ 20 - 30 ngày, làm tăng nguy cơ ô nhiễm nguồn nước mặt, tích trữ nước ngọt trong hệ thống…



Hình 6. Hệ thống thủy lợi vùng ven biển ĐBSCL

triều ĐBSCL được xác định là:

- Tiêu nước để duy trì môi trường trong mùa khô do cống đóng cửa ngăn mặn tích trữ nước ngọt trong thời gian dài.

- Lấy nước bổ sung trong mùa khô khi có nguồn nước ngọt trên sông xuất hiện.

- Điều tiết nguồn nước trong hệ thống để kiểm soát được ranh mặn phù hợp giữa vùng sản xuất thủy sản mặn, lợ với vùng ngọt.

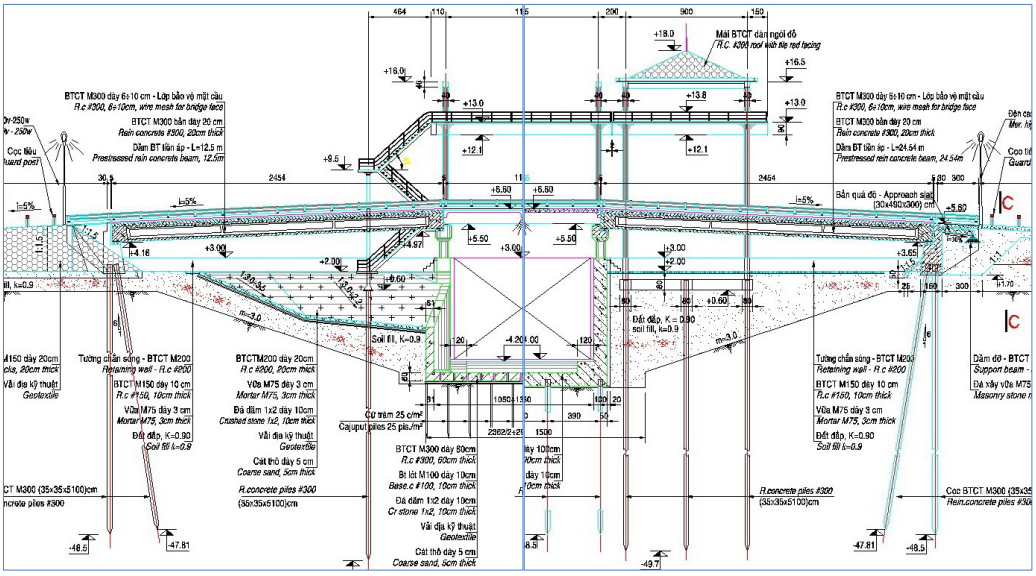
- Điều tiết nguồn nước trong hệ thống theo yêu cầu kỹ thuật canh tác của cây trồng.

- Nhu cầu nước thay đổi lớn hơn trước (tăng lưu lượng).

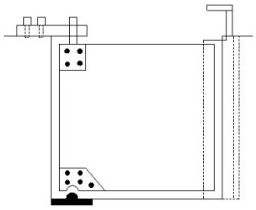
2. GIẢI PHÁP VÀ CÔNG NGHỆ MỞ THÊM KHOANG CHO CỐNG TỰ ĐỘNG VÙNG TRIỀU ĐÃ CÓ TẠI ĐBSCL

2.1. Một số tồn tại, khó khăn cống tự động vùng triều đã có trong hiện tại và tương lai ở ĐBSCL

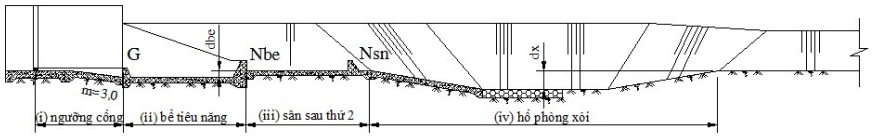
+ Cấu tạo chung cống tự động vùng triều đã có tại ĐBSCL.



Hình 7. Cấu tạo chung cống tự động vùng triều đã có tại ĐBSCL



Hình 8. Cấu tạo cửa van



Hình 9. Cấu tạo chung chiều phía đồng hay phía sông cống

Các cống tự động vùng triều ĐBSCL [4] đều có cửa van đóng, mở tự động theo triều, đa phần được xây dựng từ năm 1975 - 2023 và tập trung nhiều trong giai đoạn năm 1990 - 2005. Chiều rộng thông nước của 1 khoang cửa từ 3,0 m - 10,0 m, số khoang/cống là 1 khoang, 2 khoang... 10 khoang, nhưng số khoang/cống là 1 hoặc 2 khoang chiếm số lượng lớn hơn. Cấu tạo cửa van dạng chữ nhật trục đứng, lệch trục (trong cùng mặt phẳng đóng cửa, tâm trục trên lệch so với tâm trục dưới là 1% H) nên cửa van luôn có xu thế trở về vị trí đóng (Hình 8). Có tháp van, cầu giao thông và 2 phía bờ đều có mang cống khá rộng $B_{1\ bên} > 10,0$ m (Hình 7). Cấu tạo ngưỡng cống, tiêu năng, nối tiếp phía đồng, phía sông (Hình 9), trong đó cao trình ngưỡng cống từ ∇ - 2,5 m - ∇ - 4,5 m.

+ Một số khó khăn tồn tại cống tự động vùng triều đã có ở vùng ĐBSCL là cửa van "đóng, mở tự động" theo thủy triều, nếu muốn thay đổi đóng hay mở cửa phải đợi lúc mực nước 2 phía ngang bằng nhau, không đóng, mở cưỡng bức được, nên tiêu nước ô nhiễm (tiêu môi trường), lấy nước bổ sung trong thời đoạn tính toán là không thực hiện được. Các cống đã xây dựng ở giai đoạn trước (phục vụ trồng lúa là chính) nay chuyển đổi sang NTTS hay do thay đổi cơ cấu cây trồng theo hướng "kinh tế nông nghiệp" có nhu cầu lấy, tiêu nước khác với trước kia, vận hành điều tiết nước khắt khe hơn, nên cũng cần được nâng cao lưu lượng và vận hành cửa van linh hoạt hơn. Phần lớn các cống có độ co hẹp lớn (diện tích khoang cống/diện tích mặt cắt kênh ≤ 30%) nên chế độ dòng chảy nối tiếp sau cống có những bất lợi như: Vùng xoáy quẩn 2 bên mang cống; dòng chảy chính bị thu hẹp, thường lệch dòng… đây là những hạn chế về thủy lực đang còn tồn tại.

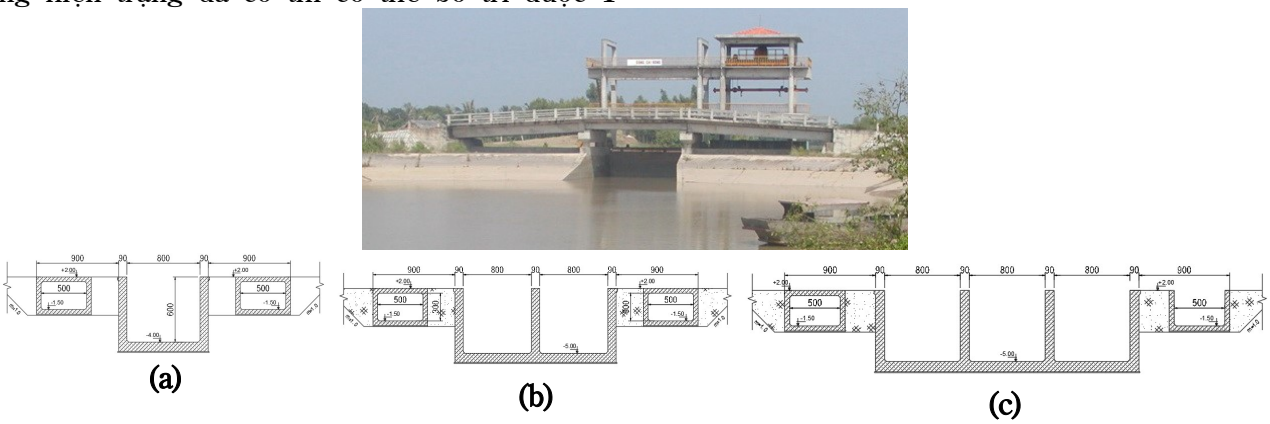
2.2. Giải pháp và công nghệ mở thêm khoang cho cống tự động vùng triều đã có tại ĐBSCL

Nghiên cứu mở thêm khoang cống cho cống tự động vùng triều đã có sẽ tạo ra hình thức cống hợp lý, vừa có khoang cửa đóng, mở tự động (như cống đã có) và có khoang cửa đóng, mở cưỡng bức (nghiên cứu tạo ra) khắc phục tồn tại về cửa van, lưu lượng, chế độ thủy lực của cống tự động vùng triều, đáp ứng được với yêu cầu của thực tế.

2.2.1. Xác định không gian bố trí khoang cống mở thêm

Đa số cống tự động vùng triều đã có (Hình 7) đều có không gian 2 bên mang khá rộng, chiều rộng tùy thuộc vào chiều rộng của 1 khoang cống,

chiều cao thường bị giới hạn cầu giao thông. Trong phạm vi không gian 2 bên mang cống, ở phía trên bề mặt là thông thoáng, ở phía dưới mặt nền thường có cọc bê tông cốt thép (BTCT) của trụ cầu ở phía đồng. Đất đắp 2 bên mang cống được đầm chặt K ≥ 0,9, thời gian cố kết > 15 năm. Như vậy xét về không gian và bố trí kết cấu của cống hiện trạng đã có thì có thể bố trí được 1 khoang cống mở thêm cho mỗi bên, qui mô khoang cống mở thêm phù hợp $B_{mở\ thêm} \leq 5,0$ m/bên, $\nabla_{đáy} \geq -1,5$ m, nhỏ hơn so với qui mô khoang cống hiện trạng. Đầu cống của khoang mở thêm có thể đặt phía sông hoặc phía đồng tùy thuộc vào bố trí tháp van, cầu giao thông của cống đã có (Hình 10).



Hình 10. Bố trí khoang cống mở thêm cho cống đã có, (a) Cống đại diện nhóm 1; (b) Cống đại diện nhóm 2; (c) Cống đại diện nhóm 3

2.2.2. Nghiên cứu đánh giá dòng chảy qua cống khi đã có khoang cống mở thêm trên mô hình thủy lực (mô hình vật lý)

Nghiên cứu phân tích về hình thức cấu tạo, chế độ thủy lực… của các cống tự động vùng triều, đã phân loại và xác định được 3 nhóm cống đặc trưng đại diện cho các các cống tự động vùng triều đã có ở ĐBSCL: Đại diện cho nhóm 1 là cống có 1 khoang cửa; nhóm 2 là cống có 2 khoang cửa; nhóm 3 là cống có 3 khoang cửa. Với 3 cống đại diện được xác định, đã nghiên cứu thí nghiệm trên 3 mô hình thủy lực tương ứng (Hình 11).



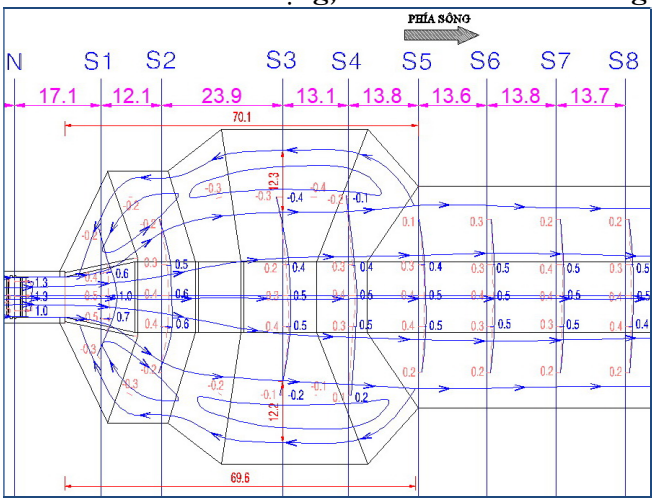
Hình 11. Nghiên cứu thí nghiệm mô hình thủy lực: (a) Cống 1 khoang cửa đại diện nhóm 1; (b) Cống 2 khoang cửa đại diện nhóm 2; (c) Cống 3 khoang cửa đại diện nhóm 3

Từ kết quả nghiên cứu trên, mô hình thủy lực phân tích đánh giá lưu lượng, chế độ thủy lực của cống hiện trạng đã có (Hình 12) và cống có khoang cống mở thêm tương ứng (Hình 13). Xét về chế độ thủy lực, cống có khoang mở thêm, thuận về thủy lực hơn, lưu lượng qua cống lớn hơn và đã giảm thiểu được những tồn tại bất lợi của cống đã có, cụ thể là:

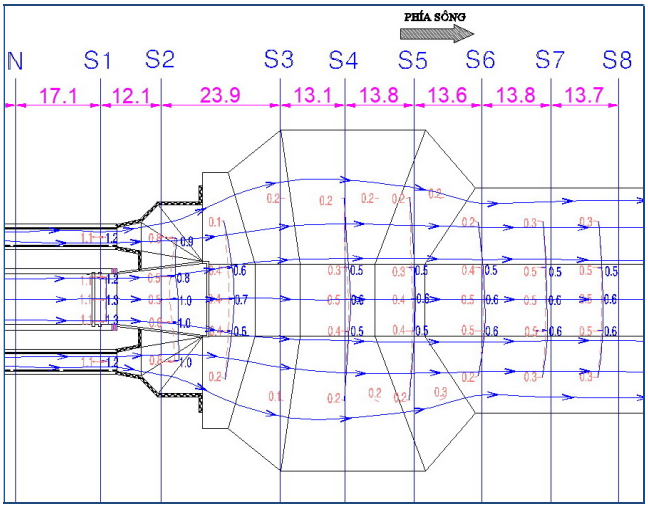
+ Khắc phục, giảm thiểu tồn tại bất lợi về thủy lực của cống hiện trạng: dòng chảy khu vực cửa vào, ra cống thuận hơn; vùng xoáy quẩn 2 bên mang cống giảm nhỏ (≈ 0); dòng chảy khu vực nối tiếp phân bố cân xứng.

+ Lưu lượng qua cống có khoang cống mở thêm tăng lớn hơn so với cống hiện trạng: cống loại 1: lưu lượng tăng lớn hơn từ 30 - 50% so với cống hiện trạng; cống loại 2: lưu lượng tăng lớn hơn từ 5 - 25% so với cống hiện trạng; cống loại 3: lưu lượng tăng lớn hơn từ 5 - 10% so với cống hiện trạng.

+ Cửa van cống sau khi có khoang cống mở thêm: vừa có cửa đóng, mở tự động theo triều (cống hiện trạng) và cửa đóng, mở cưỡng bức (khoang cống mở thêm); vận hành linh hoạt hơn: sơ đồ mở cửa rất đa dạng, mở hoàn toàn cửa cống hiện trạng và mở cửa khoang cống mở thêm; đóng hoàn toàn cửa cống hiện trạng, mở cửa khoang cống mở thêm; mở hoàn toàn cửa cống hiện trạng, đóng cửa khoang cống mở thêm.



Hình 12. Chế độ thủy lực dòng chảy qua cống hiện trạng

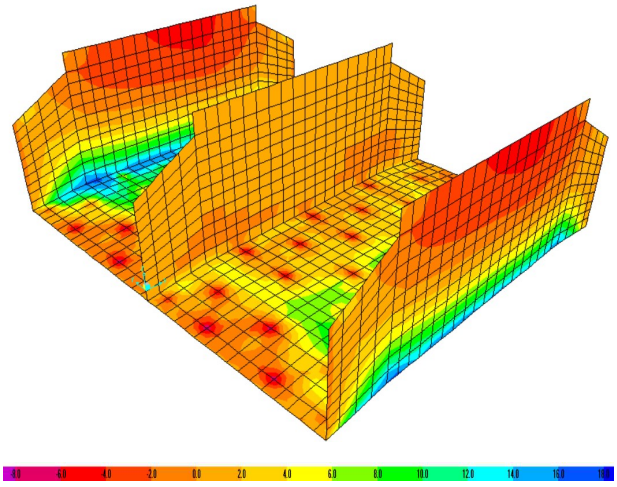


Hình 13. Chế độ thủy lực dòng chảy qua cống tương ứng khi đã mở thêm 2 khoang

2.2.3. Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng khoang cống mở thêm đến nền móng, kết cấu của cống hiện trạng đã có

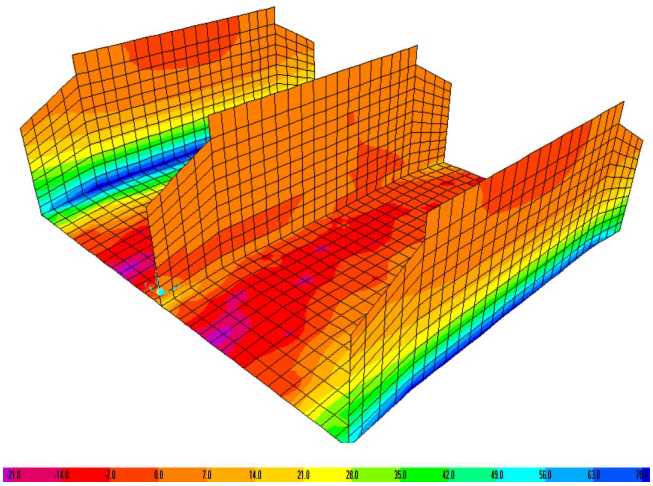
Nếu phải gia cố nền, kết cấu của cống hiện trạng đã có, do mở thêm khoang cống là rất khó khăn và nó quyết định đến tính khả thi mở thêm khoang cống cho cống tự động vùng triều ĐBSCL. Vì vậy cần được nghiên cứu làm rõ tác động này khi mở thêm khoang cống.

Tính toán kiểm tra khả năng chịu tải của đất nền dưới khối móng quy ước; kiểm tra khả năng chịu lực kết cấu của cống hiện trạng có khoang cống mở thêm trong các điều kiện làm việc của cống ở các trường hợp khác nhau (cống tích trữ nước, cống lấy nước, cống tiêu nước…) và xem xét đến tác động ảnh hưởng khi thi công khoang cống mở thêm.



Đơn vị: Tấn.m

(a)



Đơn vị: Tấn.m

(b)

Hình 14. Tính toán nội lực kết cấu cống tính toán, (a) Mô men biểu thị theo phương đứng của tường, phương vuông góc dòng chảy của bản đáy; (b) Mô men biểu thị phương dọc của tường, phương dọc dòng chảy của bản đáy

Điều kiện để đất nền làm việc đàn hồi là:

$$\begin{cases} \sigma_{max} < 1.2R^{tc} \\ \sigma_{min} > 0 \\ \sigma_{tb} = \dfrac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \le R^{tc} \end{cases}$$

Trong đó: σ_{max}, σ_{min}, σ_{tb}, R^{tc}: là ứng suất, cường độ tiêu chuẩn của đất nền.

Các giá trị ứng suất nền (σ_{max}, σ_{min}, σ_{tb}), nội lực (mô men) của kết cấu cống khi đã mở thêm 2 khoang ở 2 bên mang cống đã có (có xét đến hoạt tải của máy móc, thiết bị thi công) tăng cao hơn so với cống hiện trạng, giá trị gia tăng phụ thuộc vào thiết bị, tải trọng máy móc thi công.

Với kết quả nghiên cứu tính toán trên, những vấn đề chính liên quan khi mở thêm khoang cống cho cống tự động vùng triều ĐBSCL được làm rõ và xác định:

- Bố trí khoang cống mở thêm tác động không đáng kể đến nền móng, kết cấu của cống hiện trạng đã có.

- Việc bố trí các thiết bị thi công và hoạt tải của thiết bị thi công làm gia tăng ứng suất nền, nội lực, chuyển vị kết cấu chính của cống đã có. Nếu lựa chọn các thiết bị, máy móc thi công có tải trọng phù hợp (tối đa tải trọng máy thi công q < 0,8 T/m^2) thì ứng suất đáy móng quy ước và nội lực, chuyển vị đỉnh tường bên của cống hiện trạng đã có trong quá trình thi công và sau khi thi công mở thêm khoang cống đều nằm trong phạm vi an toàn cho phép (< [K]) và tùy thuộc vào cấp của công trình ([K] = 1,15 công trình cấp IV).

Một số lưu ý cần được xem xét trong thi công khoang cống mở thêm như sau:

- Lựa chọn các thiết bị, máy móc thi công có tải trọng phù hợp (tải trọng máy thi công q < 0,8 T/m^2).

- Việc đắp đất mang cống cần được thực hiện bằng thủ công hoặc máy đầm tay.

- Công tác đổ bê tông bằng bơm đẩy hoặc cẩu các cấu kiện lắp ghép… cần các thiết bị thi công có tải trọng lớn, không đặt trực tiếp khu vực mang cống đã có, đứng cách xa khu vực xây dựng khoang cống mở thêm tối thiểu 30 m hoặc đứng trên sà lan (nếu có đủ mặt bằng).

- Trong suốt quá trình thi công có thể xem xét bố trí hệ khung giằng neo chống trên đỉnh tường bên cống hiện trạng.

Những vấn đề liên quan chính về không gian bố trí để mở thêm khoang cống, chế độ thủy lực, lưu lượng dòng chảy; ứng suất nền, nội lực, chuyển vị kết cấu cống khi mở thêm khoang cống đều đã được nghiên cứu làm rõ cơ sở khoa học, tính thực tiễn… Giải pháp và công nghệ mở thêm khoang cho cống tự động vùng triều ĐBSCL là khả thi, có khả năng ứng dụng rộng rãi trong thực tế.



Hình 15. Cống tự động vùng triều ĐBSCL (cống hiện trạng)



Hình 16. Cống tương ứng đã mở thêm 2 khoang ở 2 bên mang cống đã có

3. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

3.1. Kết luận

Để giải quyết yêu cầu mới của thực tiễn đòi hỏi phải đa dạng hóa loại hình cống. Các công trình kiểm soát triều, nguồn nước có qui mô lớn vùng cửa sông, ven biển đã được nghiên cứu xây dựng, như cống Cái Lớn, Cái Bé tỉnh Kiên Giang, cống Vũng Liêm tỉnh Vĩnh Long, cống Tân Dinh, Bông Bót tỉnh Trà Vinh, các cống trong dự án Jica 3 tỉnh Bến Tre… Các cống tự động vùng triều đã có tại ĐBSCL có số lượng cống rất lớn, rất cần được nghiên cứu cải tạo nâng cấp cho phù hợp hơn với yêu cầu mới nhằm mang lại hiệu quả sử dụng cao hơn. Giải pháp và công nghệ mở thêm khoang cho cống tự động vùng triều ĐBSCL là một trong các giải pháp để xem xét nâng cấp cải tạo cống tự

động vùng triều ĐBSCL.

3.2. Kiến nghị

Để việc ứng dụng nhân rộng giải pháp mở thêm khoang cống trong thực tế được thuận lợi, đạt hiệu quả cao, cần được xây dựng, ban hành sổ tay hướng dẫn thiết kế mở thêm khoang cho cống tự động vùng triều đã có tại ĐBSCL.

Yêu cầu thực tế đặt ra luôn là vấn đề mới, khó khăn, việc nghiên ứng dụng công nghệ mới, vật liệu mới… cho phát triển và xây dựng các công trình thủy lợi trong đó có cống kiểm soát nguồn nước phù hợp hơn, hiệu quả cao hơn là cấp thiết, rất cần được sự quan tâm các nhà khoa học, cơ quan quản lý tạo điều kiện thuận lợi cho nghiên cứu phát triển trong thời gian tới.

LỜI CẢM ƠN

Nội dung chính của bài báo sử dụng kết quả của đề tài khoa học và công nghệ cấp Bộ: "Nghiên cứu giải pháp và công nghệ mở thêm khoang cho cống tự động vùng triều đồng bằng sông Cửu Long" do PGS.TS. Nguyễn Thanh Hải làm chủ nhiệm. Xin trân trọng cảm ơn!

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1.Ủy hội sông Mê Kông quốc tế (2018). Báo cáo Lưu vực (Basin report 2018).

2.Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam (năm 1992 - 2023). Báo cáo kết quả thí nghiệm thủy lực cống vùng triều ĐBSCL, thành phố Hồ Chí Minh.

3.Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam (2016). Báo cáo tổng kết đề tài KC.08.25/16-20: Nghiên cứu diễn biến nguồn nước, chất lượng nước và đề xuất các giải pháp thích hợp nhằm nâng cao hiệu quả và hạn chế rủi ro thiên tai (hạn mặn) vùng nuôi trồng thủy sản, trồng trọt ven biển Đông đồng bằng sông Cửu Long.

4.Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam (2023). Báo cáo tổng kết đề tài độc lập cấp Nhà nước, mã số ĐTĐLCN – 13/19: "Nghiên cứu đề xuất các giải pháp khai thác và sử dụng nguồn nước hợp lý để phát triển bền vững kinh tế - xã hội trên địa bàn tỉnh An Giang và vùng phụ cận trong bối cảnh thay đổi của thượng nguồn sông Mê Kông và biến đổi khí hậu".

SOLUTIONS AND TECHNOLOGIES TO EXPAND SLUICE GATES FOR EXISTING AUTOMATIC TIDAL SLUICES IN THE MEKONG DELTA REGION

Nguyen Thanh Hai[1], Tang Duc Thang[1], Ha Duc Hanh[2], Nguyen Van Hoat[1], Dao Viet Hung[1], Pham Ngoc Hai[1], Pham Van Giap[1], Duong Thi Thuy Dung[1], Nguyen Trong Hien[1]

[1]*Southern Institute of Water Resources Research*

[2]*Irrigation Work Investment and Construction Management Board No 10*

Summary

The automatic tidal sluices in the Mekong Delta are open-air sluices with gates that automatically open or close according to the tides. These sluices were extensively constructed in the Mekong Delta region between 1990 and 2005, primarily in the coastal areas. Published documentation has revealed that current and future changes in agricultural production, aquaculture, water resources, and saltwater intrusion have brought new requirements. Given the significant number of such sluices in the Mekong Delta, additional research is needed to renovate and upgrade them to enhance their suitability and efficiency, thereby increasing utilization efficiency. This article presents solutions and technologies to expand the sluice gates for existing automatic tidal sluices in order to to meet the requirements of agricultural development in the Mekong Delta region in the context of changes in the upstream Mekong River and climate change.

Keywords: *Hydraulic structure, automatic tidal sluice gate, hydraulic regime, Mekong Delta.*

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Quang Cường
Ngày nhận bài: 11/7/2023
Ngày thông qua phản biện: 11/8/2023
Ngày duyệt đăng: 18/8/2023

GIẢI PHÁP CẤP NƯỚC SINH HOẠT HIỆU QUẢ, BỀN VỮNG TẠI ĐẢO HÒN NGANG THUỘC QUẦN ĐẢO NAM DU, TỈNH KIÊN GIANG

Vũ Ngọc Bình[1,*]

TÓM TẮT

Giải pháp thu gom, bổ cập và khai thác nước dưới đất nhằm đáp ứng nhu cầu dùng nước hiệu quả, bền vững đã được nghiên cứu và áp dụng tại đảo Hòn Ngang, quần đảo Nam Du, tỉnh Kiên Giang. Kết quả nghiên cứu cho thấy, sự chênh mực nước dưới đất tại thời điểm thấp nhất vào mùa khô và cao nhất vào mùa mưa năm 2022 dao động từ 7,7 - 20,5 m. Nước dưới đất đã lan tỏa về phía biển khoảng 70 m và xuống sâu khoảng 7 – 10 m. Đồng thời, chất lượng nước cũng thay đổi tốt hơn về các chỉ số Fe^{2+}, Fe^{3+}, Cl^-, SO_4^{2-}, HCO_3^-, NO_3^-, cặn sấy khô, độ kiềm, độ cứng và độ dẫn điện tại các thời điểm cuối mùa mưa (tháng 11/2022) so với cuối mùa khô (tháng 5/2022). Mực nước dưới đất trên đảo sau khi có công trình bổ cập chênh khá lớn so với khi chưa có công trình bổ cập, dao động từ 2,9 m (tháng 10/2022 so với tháng 10/2020) đến 5,9 m (tháng 1/2023 so với tháng 1/2021). Tại các tháng mùa khô năm 2023, cao hơn các tháng cùng kỳ năm 2022 từ 3,3 (tháng 4) đến 4,1 m (tháng 2), chất lượng nước như các chỉ số EC và TDS cũng tốt hơn. Điều này chứng tỏ giải pháp bổ cập nước ngầm trên đảo đã mang lại hiệu quả rõ rệt.

Từ khóa: *Bền vững, chất lượng nước, giải pháp, hiệu quả, nước dưới đất.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hòn Ngang là một trong ba đảo lớn thuộc quần đảo Nam Du, có diện tích 59 ha, dân số khoảng 2.600 người, là nơi tập trung các cơ quan hành chính của xã Nam Du như: UBND xã, trạm y tế, công an, xã đội, trường tiểu học và trung học cơ sở. Ngoài ra, trên đảo cũng là nơi tập trung neo đậu vào trao đổi nhu yếu phẩm của các tàu thuyền đánh bắt xa bờ tại khu vực biển phía Tây và các lồng bè nuôi thủy sản. Chính vì vậy, nhu cầu nước sạch của người dân trên đảo là rất lớn. Do tình trạng thiếu nước sinh hoạt trầm trọng, đặc biệt vào mùa khô, từ năm 2017 - 2019, trên đảo đã tiến hành khoan 27 giếng, trong đó có 2 giếng do Nhà nước đầu tư, số còn lại là của tư nhân để cấp nước bán cho dân với giá khoảng 80.000 đồng/m^3. Trước tình hình khai thác quá mức, nguồn nước giếng khoan đã có dấu hiệu bị suy kiệt, chất lượng nước năm sau kém hơn năm trước, đặc biệt vào các tháng mùa khô. Tại ấp An Bình đã có 2 giếng bị nhiễm phèn, 01 giếng bị nhiễm mặn không sử dụng được [1]. Mô hình thu gom, bổ cập và khai thác nước dưới đất nhằm cấp nước sinh hoạt một cách ổn định, hiệu quả và bền vững cho nhân dân trên đảo Hòn Ngang đã được nghiên cứu và ứng dụng từ tháng 12/2021. Kết quả của giải pháp này đã mang lại hiệu quả đáng kể về dâng cao mực nước dưới đất và chất lượng nước, đồng thời phục vụ cấp nước cho nhân dân trên đảo vào các tháng mùa khô từ năm 2022 đến nay.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thiết bị sử dụng

- Thiết bị đo mực nước: Yamayo - RWL50 dài 50 m của Nhật Bản.

- Máy đo TDS và EC của Hanna HI 99301.

- Máy đo điện thế DEPA và máy phát dòng Transmiter 100, nguồn phát là ác qui 12V/15Ah và hệ điện cực đo liên tục đều Wenner-Schlumberger với các khoảng cách đều a = 20 mét, khoảng mở n_{max} = 8.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Tại hiện trường: Quan trắc nước ngầm, đo địa vật lý, lấy mẫu thí nghiệm.

- Trong phòng: Thí nghiệm đánh giá chất lượng nước, phân tích số liệu.

[1] Viện Thủy công
[*] Email: binhdkt@gmail.com

3. HIỆN TRẠNG KHAI THÁC VÀ SỬ DỤNG TÀI NGUYÊN NƯỚC TẠI ĐẢO HÒN NGANG

3.1. Tài nguyên nước mưa

Tài nguyên nước mưa trên đảo khá phong phú, mùa mưa tập trung từ tháng 5 - 11 hàng năm. Theo báo cáo tổng hợp quy hoạch sử dụng đất xã Nam Du đến 2015, định hướng 2020 [2], tổng số ngày mưa trên đảo là 130 ngày, tổng lượng mưa là 2.128 mm. Kết quả đo mưa tự động tại đảo Hòn Ngang trong các năm 2020, 2021 và 2022 cho thấy, lượng mưa bình quân đạt 1,893,4 mm/năm [1].

Diện tích đảo Hòn Ngang là 59 ha, lượng nước mưa trên đảo tính theo công thức: $Q_m = X*S$ [3].

Trong đó: Q_m là trữ lượng nước mưa trên đảo; X là lượng mưa trên đảo; S là diện tích.

$Q_m = 1,893,4* 59*10^6/10^3$

$= 1.117.106\ m^3$/năm.

Kết quả thí nghiệm mẫu nước mưa trên đảo cho thấy, các chỉ tiêu toàn phần và vi lượng đều đáp ứng QCVN 01-1: 2018/BYT [4]. Nhìn chung, vào mùa mưa nhân dân trên đảo đã tận dụng tối đa các vật dụng để tích chứa nguồn nước mưa phục vụ cho ăn uống sinh hoạt.

3.2. Tài nguyên nước mặt

Tài nguyên nước mặt trên đảo Hòn Ngang là không có, lượng nước mặt chỉ tồn tại trong và sau các trận mưa với một thời gian nhất định, trên đảo không có bất cứ hồ nước hay công trình nào để lưu trữ nước mặt. Lượng dòng chảy mặt có thể tính theo công thức: $Y_0 = \alpha X_0$ [5].

Trong đó: Y_0 là chuẩn dòng chảy năm; α là Hệ số dòng chảy, phụ thuộc vào lượng mưa, diện tích và vùng phân bố, độ dốc của sườn đồi, loại đất đá,...

Khi lượng mưa hàng năm là 1.100 mm, α = 0,4; tại vùng đồi, ít canh tác α = 0,45. Với lượng mưa nhỏ (< 25 mm/ngày, α = 0,15), mưa vừa (25 - 40 mm/ngày, α = 0,33; mưa to (> 75 mm/ngày, α = 0,7). Với rừng trồng, độ dốc từ 5 - 10%, đối với đất sét bụi α = 0,33; sét cứng α = 0,5 [6]. Phân tích từ những yếu tố kể trên, có thể lấy hệ số dòng chảy mặt trung bình tại quần đảo Nam Du, α = 0,45.

$Y_0 = 0,45*1893.4*59*10^6/10^3 = 502.598\ m^3$.

3.3. Hiện trạng tài nguyên nước dưới đất

3.3.1. Nước trong giếng đào

Trên đảo hiện có 7 giếng đào đang sử dụng, lượng nước trong các giếng này cung cấp khoảng 2.318 m^3/năm phục vụ cho sinh hoạt, chất lượng nước cơ bản đáp ứng QCVN 01-1: 2018/BYT [4], riêng chỉ tiêu về Cr của mẫu nước vượt so với tiêu chuẩn vì đây là giếng trong đới tàn tích phong hóa chịu ảnh hưởng của đất đá có nguồn gốc từ đá phun trào, núi lửa [7].

3.3.2. Nước trong giếng khoan

Trên đảo hiện nay có 27 giếng khoan, lượng khai thác đang phục vụ cho cấp nước sinh hoạt trên đảo khoảng 13.770 m^3/năm. Các chỉ tiêu thí nghiệm mẫu nước toàn phần và vi lượng cơ bản đáp ứng các yêu cầu theo QCVN 01-1: 2018/BYT [4]. Riêng chỉ tiêu về Cr là vượt so với tiêu chuẩn, điều này chứng tỏ nước trong giếng khoan bị hòa tan các khoáng chất có nguồn gốc từ đá phun trào trên đảo [7]. Mẫu nước giếng khoan tại ấp An Bình có giá trị về Cl^- vượt gần 4 lần so với tiêu chuẩn (935,88/250 mg/l). Điều này chứng tỏ mẫu nước ở đây bị nhiễm mặn so với nước giếng tại các nơi khác. Kết quả điều tra, khảo sát tại giếng khoan này cho thấy, năm đầu tiên khai thác, nước ít bị mặn, ít phèn, tuy nhiên từ năm thứ 2 trở lại đây giếng có hiện tượng bị xâm nhập mặn, vì đây là giếng nước ở gần biển và được khai thác để bán cho các hộ dân trong ấp nên lượng khai thác là khá lớn.

So sánh chất lượng nước của các giếng khoan tại thời điểm cuối mùa mưa (năm 2019) và cuối mùa khô (năm 2020) trên đảo cho thấy, nguồn nước cuối mùa khô năm 2020 đã bị suy giảm mạnh, đặc biệt các chỉ tiêu như pH, Cl-, SO_4^{2-}, HCO_3^-, cặn sấy khô ở 105°C, độ kiềm, độ dẫn điện. Như vậy, một số giếng trên đảo đã có dấu hiệu bị nhiễm mặn, nhiễm phèn.

4. GIẢI PHÁP THU GOM, BỔ CẬP VÀ KHAI THÁC NƯỚC DƯỚI ĐẤT TẠI ĐẢO HÒN NGANG

4.1. Cơ sở xây dựng mô hình

Ở vùng ven biển hoặc ở đảo, độ dốc đường thường hướng ra biển. Tại sát mép biển, mực nước

thay đổi lên xuống theo thủy triều. Nước biển có tỷ trọng (ρ =1,025 kg/m^3) lớn hơn nên nằm dưới nước ngọt (ρ =1,0 kg/m^3), hình thành một mặt tiếp giáp mặn - ngọt. Trong thực tế, đây là một vùng tiếp giáp, khi mặt ngăn cách nằm dưới đáy giếng, chúng ta lấy được nước ngọt, nhưng nếu việc bơm nước vượt quá sẽ làm nâng mặt ngăn cách này lên. Lợi dụng ranh giới này, có thể bổ sung nhân tạo nước dưới đất cho đảo nhằm khai thác nguồn nước ngọt một cách ổn định và bền vững.

Tại đảo Hòn Ngang, có thể áp dụng giải pháp thu gom nước mái đồi kết hợp với các lỗ khoan bổ cập để bổ sung nhân tạo dưới đất nhằm cấp nước sinh hoạt ổn định, bền vững vì những lý do:

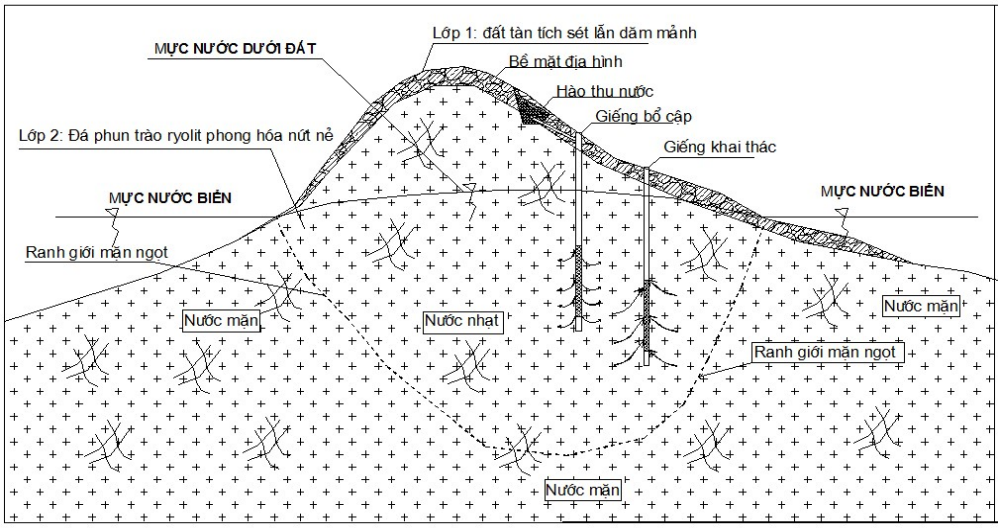
+ Điều kiện địa hình và thảm phủ thực vật: Có điều kiện địa hình và thảm phủ thực vật thuận lợi để thu nước sườn đồi vào mùa mưa; nguồn nước đảm bảo vệ sinh, không bị nhiễm bẩn do nước trên sườn đồi được trồng cây, không nuôi gia súc, gia cầm.

+ Điều kiện địa chất: Có cấu trúc địa chất là các đá nứt nẻ mạnh, có khả năng chứa nước; có mực nước ngầm sâu (> 20 m) và đất đá nứt nẻ, có khả năng hấp thụ nước.

+ Điều kiện dân sinh: Có dân số đông đúc, phát triển nuôi các lồng bè, đồng thời là nơi neo đậu của tàu thuyền đánh bắt hải sản, hậu cần nghề cá phát triển.

+ Là nơi thiếu nước ngọt trầm trọng vào mùa khô, tầng chứa nước có dấu hiệu suy giảm.

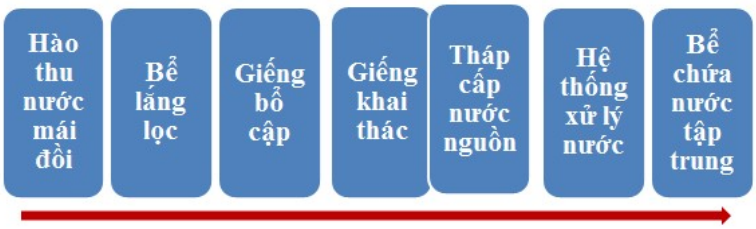
+ Lượng mưa lớn (khoảng 2.000 mm/năm), tập trung từ tháng 5 - 11 hàng năm.



Hình 1. Cơ sở thu gom nước mặt để bổ sung nhân tạo nước dưới đất

4.2. Mô hình thu gom bổ cập và khai thác nước dưới đất tại đảo Hòn Ngang

Công nghệ thu gom nước mưa mái đồi được thực hiện theo sơ đồ gồm: Hệ thống mương thu chạy theo đường đồng mức tại sườn đồi trên đảo, bể lắng - lọc, giếng bổ cập, giếng khai thác, hệ thống xử lý và bể cấp nước tập trung (Hình 2).



Hình 2. Sơ đồ công nghệ thu gom, bổ cập và khai thác nước tại đảo Hòn Ngang

Mô hình thu gom bổ cập và khai thác nước dưới đất được xây dựng tại mỏm đồi phía Nam đảo Hòn Ngang, nhằm đáp ứng nhu cầu sử dụng nước ăn, uống, sinh hoạt từ 100 - 150 hộ vào mùa khô (khoảng 5 m^3/giờ), gồm các hạng mục:

1. Tuyến hào thu nước mái đồi (1): Được xây

dựng theo đường đồng mức, tại vị trí có mái hứng và có khả năng thu được lượng nước nhiều nhất khi mưa. Hào có cấu tạo dạng hình thang ngược, kích thước trên mặt 2,5 m, sâu từ 1,5 m, đáy rộng từ 1,5 m. Bên trong hào xây dựng tầng lọc bằng cát sỏi lọc kết hợp với hệ thống ống lọc. Kết cấu thu nước gồm: Cát thô, ống lọc đặt dạng xương cá nhằm thu nước vào ống đặt ở giữa, phía trên là cát lọc, đá base và trên cùng là lớp đá xếp khan. Mô hình có 2 tuyến hào với tổng chiều dài là 324 m.

2. Bể lắng - lọc (2): Được bố trí tại dưới các tuyến hào, vị trí mô hình 2 có bể 25 m^3 và vị trí 1 có bể 50 m^3. Tầng lọc của bể có cấu tạo tương tự với hào thu nước. Lắp bể là tấm đan bê tông cốt thép nhằm thuận lợi cho công tác bảo dưỡng.

3. Giếng bổ cập (3): Được bố trí tại vị trí mô hình 1, có 1 giếng bổ cập (BC1) và vị trí mô hình 2 có 2 giếng là BC2 và BC3. Giếng có chiều sâu 60 m, được cấu tạo gồm ba phần là ống lắng (5 m), ống lọc (40 m) và ống vách (15 m). Trên mặt giếng có xây hộp bảo vệ.

4. Giếng khai thác (KT) (4): Có chiều sâu 60 m, cấu tạo tương tự giếng bổ cập bao gồm ống chống (khoảng 15 m), ống lọc (40 m), ống lắng 5 m. Trong giếng lắp đặt bơm hút nước ở độ sâu từ 50 đến 55 m, công suất bơm khai thác từ 3 - 5 m^3/giờ. Trên mặt giếng có xây hộp bảo vệ. Giếng KT1 được bố trí tại vị trí mô hình 1 và giếng KT2 được bố trí tại trí mô hình 2.

5. Giếng quan trắc (QT) (5): Có chiều sâu 40 m, đường kính ϕ110, gồm ống chống (khoảng 15 m), ống lọc (20 m), ống lắng 5 m. Bố trí tại vị trí mô hình 2 là QT1 và QT2.

6. Hệ thống xử lý nước (6): Bao gồm các bộ phận như tháp chứa nước nguồn, hệ thống bơm hóa chất xử lý, thiết bị khử sắt, lọc tạp chất, bể cấp nước. Nguồn nước sau khi lọc đảm bảo Quy chuẩn QCVN 01 - 1: 2018/BYT [4]

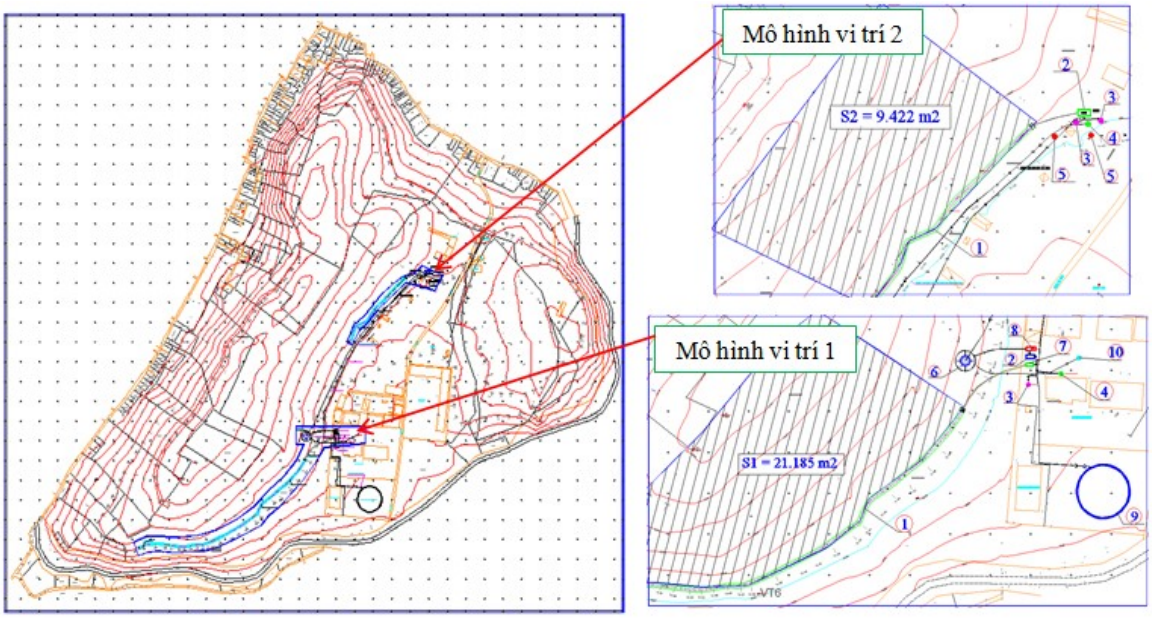
7. Bể chứa nước tập trung (7): Thể tích 50 m^3 dùng để chứa nước sạch sau khi đã xử lý để cấp nước cho dân.

8. Nhà quản lý vận hành (8): Diện tích 30 m^2 được dùng để chứa thiết bị lọc, bồn hóa chất, tủ điện và thiết bị điều khiển.

9. Bồn chứa nước 2.600 m^3(9), bồn sẵn có được tận dụng để chứa nước.

10. Giếng công an xã (10): Sử dụng để bổ cập nước bổ sung.

Ngoài ra, mô hình còn một số tuyến đường ống từ hào xuống bể lọc, bể lọc xuống bồn, giếng bổ cập, tuyến ống dẫn nước từ giếng khai thác lên bồn chứa nước nguồn, từ bồn xuống hệ thống xử lý, từ mô hình vị trí 1 sang mô hình vị trí 2 và hệ thống các van phao, khóa điều tiết, hộp bảo vệ,…. Mô hình đã đưa vào khai thác, sử dụng, cấp nước sinh hoạt cho dân trên đảo từ tháng 1/2022.

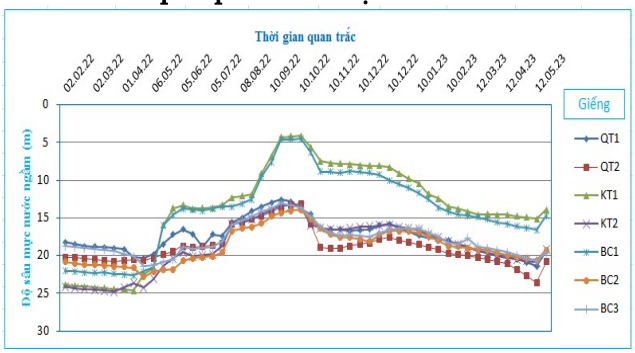


Hình 3. Sơ đồ các vị trí mô hình trên đảo Hòn Ngang

5. HIỆU QUẢ CỦA GIẢI PHÁP

Để đánh giá hiệu quả của giải pháp thu gom, bổ cập nước dưới đất tại đảo Hòn Ngang, đã tiến hành (1) quan trắc các số liệu như đo mực nước dưới đất, EC và TDS theo chu kỳ 10 ngày/lần kéo dài từ mùa khô (tháng 2/2022) đến cuối mùa mưa (tháng 12/2022) và tiếp tục theo dõi để so sánh với các năm tiếp theo; (2) đo địa vật lý và lấy mẫu nước thí nghiệm các chỉ tiêu toàn phần và vi lượng tại các thời điểm cuối mùa khô (tháng 5/2022) và cuối mùa mưa (tháng 11/2022).

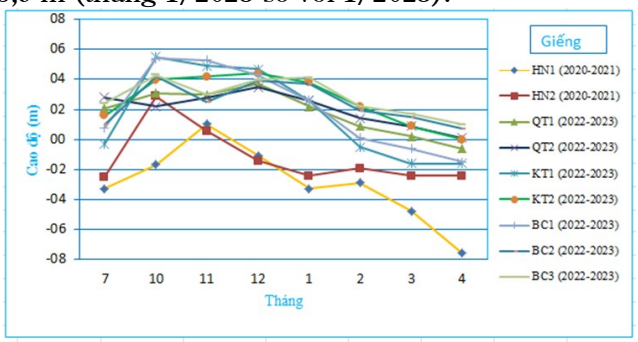
5.1. Kết quả quan trắc mực nước dưới đất



Hình 4. Kết quả quan trắc mực nước dưới đất tại các lỗ khoan trên đảo (tháng 2/2022 - 5/2023)

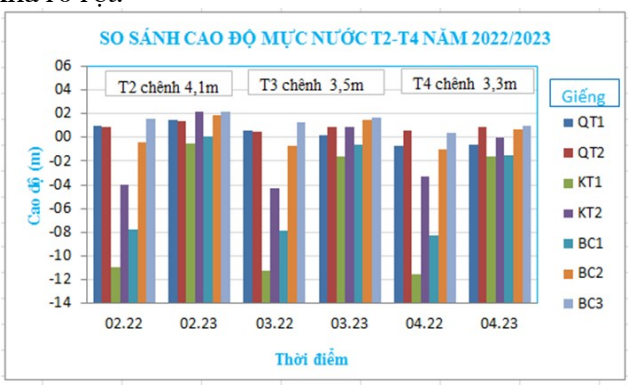
Hình 4 cho thấy, mực nước dưới đất tại các giếng được quan trắc vào mùa khô có độ sâu thấp hơn nhiều so với thời điểm mùa mưa. Mực nước thấp nhất vào khoảng cuối tháng 4, đầu tháng 5. Đây cũng là thời điểm cuối mùa khô (trên đảo chưa có mưa, đồng thời lượng nước khai thác tại thời điểm này để cấp cho nhân dân trên đảo cũng lớn nhất). Từ cuối tháng 5 trở đi, khi lượng mưa trên đảo dần tăng, mực nước dưới đất cũng có xu hướng dâng cao so với mặt đất tự nhiên. Đến cuối tháng 9, đầu tháng 10, lượng mưa trên đảo lớn nhất, mực nước dưới đất tại các giếng khoan cũng cao nhất. Chênh cao mực nước dưới đất giữa thời điểm cao nhất và thấp nhất trong các lỗ khoan quan trắc được trên đảo năm 2022 từ 7,7 m (giếng khoan QT1 và QT2) đến 20,5 m (giếng khoan KT1).

So sánh mực nước tại hai giếng khoan HN1 và HN2 thực hiện trong quá trình khảo sát đánh giá địa chất, thủy văn tại thời điểm từ tháng 7/2020 đến 1/2021 (khi chưa có công trình bổ cập) và các giếng khoan thuộc mô hình: QT1, QT2, KT1, KT2, BC1, BC2 và BC3 tại các thời điểm tháng 7/2022 đến 1/2023 (sau khi có công trình bổ cập), cho thấy: Mực nước dưới đất trên đảo năm 2022 và 2023 chênh khá lớn so với năm 2020 và 2021, dao động từ 2,9 m (tháng 10/2022 so với 10/2020) đến 5,9 m (tháng 1/2023 so với 1/2023).



Hình 5. Biểu đồ quan trắc mực nước dưới đất tại đảo Hòn Ngang năm 2020-2021 và 2022-2023

So sánh mực nước dưới đất từ tháng 2 - 4/2022 và tháng 2 - 4/2023 tại các hố khoan của mô hình cho thấy, tại các giếng khoan KT1, KT2 và BC1 chênh khá lớn (từ 6,2 m KT2 - 10,1 m KT1), còn các hố khoan khác dao động từ 0,5 - 2,3 m. Chênh lệch trung bình tháng 2/2023 với tháng 2/2022 = 4,1 m; tháng 3/2023 với tháng 3/2022 = 3,5 m và tháng 4/2023 với tháng 4/2022 là 3,3 m (Hình 6). Điều này cũng khẳng định hiệu quả của giải pháp bổ cập nước dưới đất cho đảo mang lại là khá rõ rệt.

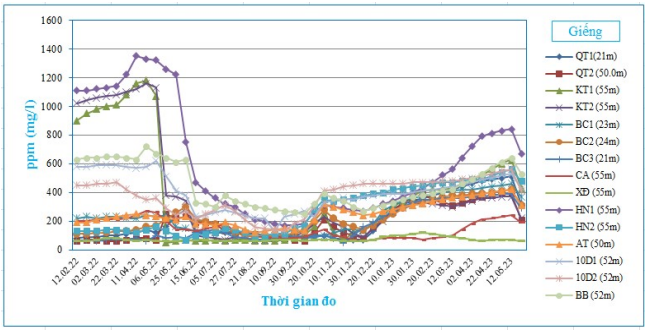


Hình 6. So sánh mực nước ngầm tại các giếng được quan trắc của mô hình tại các tháng 2, 3, 4/2022 và 2023

5.2. Kết quả quan trắc tổng chất rắn hòa tan TDS

Cùng với các thời điểm quan trắc mực nước ngầm, đã tiến hành quan trắc TDS (Total Dissolved Solids) hay tổng số các ion mang điện tích bao gồm khoáng chất, muối hoặc kim loại tồn tại trong một khối lượng nước nhất định để đánh giá độ mặn của nước dưới đất. Các mẫu nước được lấy tại các giếng khoan (hiện đang

khai thác) trên đảo theo diện rộng và theo chiều sâu của tầng chứa nước. Chỉ số TDS được biểu thị bằng hàm số ml/l hoặc ppm (Parts Per Million). Kết quả quan trắc TDS tại các giếng khoan trên đảo Hòn Ngang được trình bày ở hình 7.



Hình 7. Kết quả quan trắc TDS tại các lỗ khoan trên đảo (tháng 2/2022 - 5/2023)

Từ kết quả quan trắc TDS tại các giếng khoan cho thấy:

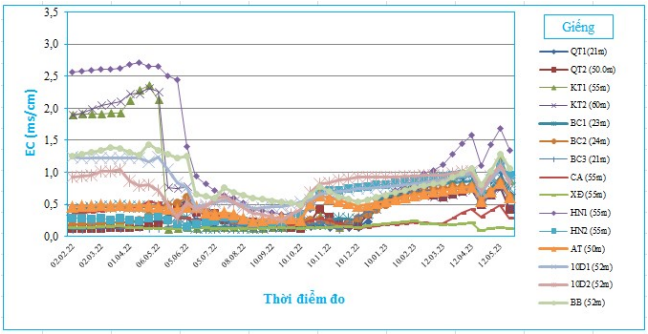
- Đối với các giếng đang khai thác ở tầng sâu (> 50 m), với khối lượng nước tương đối nhiều như KT1, KT2, HN1, BB, 10D1, 10D2 có lượng TDS vào mùa khô đều lớn hơn 400 mg/l, đặc biệt là các giếng KT1, KT2 và HN1 từ tháng 2 - 5/2022 có TDS cao (trên 1.000 mg/l). Điều này cho thấy, tại các giếng này đã khai thác ở mức khá lớn trong mùa khô năm 2022, đồng thời đây cũng là thời điểm khô hạn nhất trong năm.

- Đến thời điểm cuối tháng 5, đầu tháng 6, khi trên đảo bắt đầu có mưa, lượng nước bổ cập tự nhiên và bổ sung nhân tạo qua hệ thống hào thu và giếng bổ cập được đưa xuống lòng đất làm cho TDS giảm xuống, hầu như các giếng khai thác nước ở tầng sâu đều có chỉ số thấp (TDS < 400). Đến các tháng cuối mùa mưa (tháng 8 - 11), chỉ số TDS có xu hướng nhỏ dần và tiếp cận với các chỉ số đo được tại các giếng quan trắc được lấy mẫu nước ở tầng nông (khoảng 20 m). Điều này cho thấy, nước dưới đất khai thác ở tầng sâu dễ bị ảnh hưởng của nước biển xâm nhập mặn làm cho chỉ số TDS tăng cao vào cuối mùa khô. Do vậy, cần có biện pháp khai thác hợp lý, tránh xâm nhập mặn gây phá hỏng tầng chứa nước.

Hình 7 cũng cho thấy, tại các giếng đang khai thác như HN1, KT1, KT2, BB và 10D1 có chỉ số TDS tại thời điểm tháng 2 - 5/2022 (khi công trình bổ cập chưa hoạt động) lớn hơn nhiều so với thời điểm tháng 2 - 5/2023 (khi công trình bổ cập đã hoạt động). Điều này chứng tỏ lượng nước bổ cập có tác dụng rất lớn đến chất lượng nước ở các giếng khoan đang khai thác nước ở tầng sâu.

5.3. Kết quả đo khả năng dẫn điện (EC)

Chỉ số EC (Electrical-Conductivity) là chỉ số diễn tả tổng nồng độ ion hòa tan trong dung dịch. Độ dẫn điện của nước (EC) là khả năng thực hiện hoặc truyền điện, nhiệt, âm thanh của nước. Độ dẫn điện EC có liên quan đến nồng độ muối hòa tan và sự có mặt của các ion trong nước. Muối khi hòa tan sẽ tạo thành các ion tích điện âm và ion tích điện dương có ảnh hưởng đến độ dẫn điện của nước. Do đó, độ dẫn điện EC có mối liên hệ với TDS ở trong nước [8].



Hình 8. Kết quả quan trắc EC tại các lỗ khoan trên đảo (tháng 2/2022 – 5/2023)

Kết quả quan trắc EC cho thấy, tại các giếng khai thác ở độ sâu trên 50 m (KT1, KT2, HN1, BB, 10D1 và 10 D2) vào thời điểm mùa khô (từ tháng 2/2022 đến cuối tháng 5/2022), độ dẫn điện EC > 1 ms/cm, trong khi đó, với các mẫu nước được lấy ở tầng nông (khoảng 20 m), độ dẫn điện đều nhỏ hơn EC < 0,5 ms/cm. Từ thời điểm tháng 6/2022 trở đi, độ dẫn điện EC của mẫu nước của các giếng khoan đang khai thác có xu hướng giảm, đến đầu tháng 10, hầu hết các mẫu nước được lấy trong tầng này đều có EC < 0,5 ms/cm. Điều này chứng tỏ rằng, lượng nước mưa bổ cập tự nhiên, bổ cập qua hào và giếng có ảnh hưởng lớn đến khả năng dẫn điện EC của nước, đã làm giảm EC có nghĩa, làm giảm hàm lượng các muối tan có trong nước, giảm độ mặn. Từ tháng 10/2022 trở đi, các mẫu nước lấy tại các giếng khai thác tầng sâu (> 50 m) có 0,5 < EC < 1 ms/cm, còn các mẫu nước ở tầng nông có EC < 0,5 ms/cm. Điều này cho thấy, trong các tháng này khi lượng mưa trên đảo có xung hướng giảm, lượng nước bổ cập cũng giảm, đồng

thời lượng khai thác bắt đầu tăng lên, do vậy EC của các giếng khoan nước ở tầng sâu cũng tăng lên. Kết quả đo EC tại các giếng đang khai thác như HN1, KT1, KT2, BB và 10D1 ở thời điểm mùa khô năm 2022 (tháng 2 - 5/2022, khi công trình bổ cập chưa hoạt động) và mùa khô năm 2023 (tháng 2 - tháng 5/2023, khi công trình bổ cập đã hoạt động) cho thấy, EC của các mẫu nước tháng 2 - 5/2022 lớn hơn nhiều so với tháng 2 - 5/2023. Điều này chứng tỏ giải pháp bổ cập đã phát huy tác dụng rất tốt đến chất lượng nước dưới đất trên đảo.

5.4. Đánh giá hiệu quả bằng phương pháp địa vật lý



Hình 9. Vị trí các tuyến đo địa vật lý nhằm đánh giá hiệu quả bổ cập nước dưới đất tại đảo Hòn Ngang

Phương pháp địa vật lý được tiến hành tại khu vực vị trí xây dựng mô hình 2 trên đảo. Kết quả phân tích tuyến mặt cắt địa điện T3 chạy song song với tuyến hào thu nước số 2 về phía biển tại các thời điểm cuối mùa khô (tháng 5/2022) và cuối mùa mưa (tháng 11/2022). Sơ đồ vị trí các tuyến đo được trình bày ở hình 9.

5.4.1. Thời điểm cuối mùa khô

Kết quả đo sâu địa điện tuyến T3 vào cuối mùa khô (tháng 5/2022) được thể hiện trên hình 10. Lát cắt điện trở suất biểu kiến đo ngoài thực địa có giá trị thay đổi trong khoảng từ 720 - 2.000 Ωm; lắt cắt điện trở suất biểu kiến tính lý thuyết có giá trị lệch với giá trị đo thực địa là 5,2%; lát cắt địa điện theo kết quả phân tích ngược có chiều sâu đến 65 m và cấu trúc phân lớp tương đối rõ, bao gồm:

- Lớp thứ 1 (trên cùng): Lớp này chiều dày từ 5 - 10 m và điện trở suất thay đổi trong khoảng từ 240 Ωm - 1.600 Ωm.

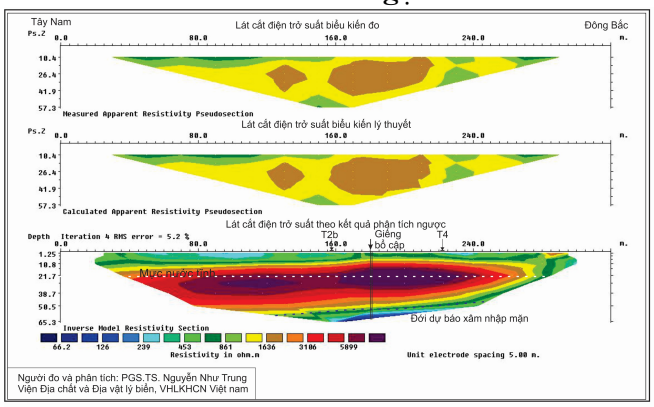
- Lớp thứ 2: Lớp này có điện trở suất cao nhất trong lát cắt, giá trị thay đổi trong khoảng từ 1.600 Ωm - 5.900 Ωm. Chiều dày lớp này thay đổi từ 20 - 45 m.

- Lớp thứ 3: Lớp này mỏng, chưa xác định được ranh giới dưới của lớp này. Điện trở suất của lớp này có giá trị từ 240 - 860 Ωm.

Kết hợp với kết quả khoan địa chất thủy văn của giếng BC2 trên tuyến này, có thể luận giải và liên kết địa tầng của các lớp điện trở suất trên lát cắt tương ứng như sau:

+ Lớp thứ nhất tương ứng với lớp đá phong hóa trên mặt, thành phần chủ yếu là đất sét và á sét phong hóa;

+ Lớp thứ 2 có điện trở suất cao tương ứng với lớp đá rắn chắc nứt nẻ. Tại thời điểm đo, mực nước tĩnh tại giếng khoan BC2 là 21 m. Như vậy, lớp thứ 2 là đới đá nứt nẻ chứa nước ngọt.



Hình 10. Kết quả đo sâu địa điện tuyến T3 (tháng 5/2022)

+ Lớp thứ 3 theo kết quả khoan tại giếng BC2, ở độ sâu này vẫn là lớp đá rắn chắc nứt nẻ. Tuy nhiên, giá trị điện trở suất ở đây rất thấp so với phần trên, điều này chỉ có thể giải thích được là có xâm nhập của nước biển vào tầng này. Do vậy, lớp này có thể là lớp đá rắn chắc nứt nẻ chứa nước mặn.

5.4.2. Thời điểm cuối mùa mưa

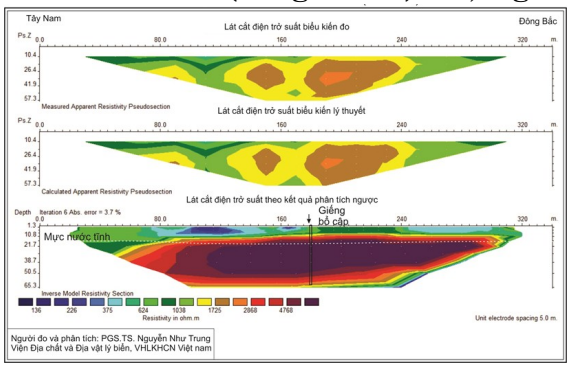
Kết quả đo lặp lại trên tuyến T3 vào cuối mùa mưa được thể hiện ở hình 11. Lát cắt điện trở suất biểu kiến có giá trị thay đổi từ 500 - 2.400 Ωm và có hình dạng tương tự như lát cắt điện trở suất biểu kiến đo vào mùa khô; lát cắt điện trở suất biểu kiến tính lý thuyết có giá trị sai lệch với lát cắt điện trở suất biểu kiến đo thực tế là 3,7%; lát cắt địa điện nhận được theo kết quả phân tích ngược có chiều sâu là 65 m và có cấu trúc phân lớp ngang như sau:

- Lớp trên cùng có điện trở suất thay đổi trong khoảng từ 140 - 1.000 Ωm, chiều dày của lớp này

thay đổi từ 5 - 10 m.

- Lớp thứ 2 có điện trở suất từ 1.000 - 4.700 Ωm, lớp này có chiều dày từ 40 - 55 m. Lớp này gần như phân bố hết lát cắt từ đầu tuyến đến đoạn 190 m.

- Lớp thứ 3 chỉ thể hiện là một lớp rất mỏng bắt đầu từ khoảng cọc 190 m đến cuối tuyến. Giá trị điện trở suất thay đổi trong khoảng từ 600 - 1.000 Ωm. Diện tích ranh giới lớp điện trở suất thấp (trong lớp thứ 3) đã bị thu hẹp lại theo chiều thẳng đứng, chỗ lớn nhất khoảng 7 m và theo chiều ngang khoảng 70 m. Kết quả này cũng phù hợp với kết quả phân tích mẫu nước ở độ sâu 50 m trong giếng khoan cho giá trị tổng chất rắn hòa tan (TDS) vào mùa mưa (tháng 11/2022) là 0,16 g/l và cuối mùa khô (tháng 5/2022) là 0,38 g/l.



Hình 11. Kết quả đo sâu địa điện tuyến T3 (tháng 11/2022)

Từ kết quả đo địa vật lý điện ở hai giai đoạn mùa khô và mùa mưa nêu trên, có một số nhận định sau:

- Việc biến mất gần hết lớp thứ 3 trên lát cắt địa điện đo vào cuối mùa mưa đã chứng tỏ lượng nước mặn tại những độ sâu này đã bị đẩy lùi ra phía biển do áp lực cột nước của tầng chứa nước khe nứt tăng cao (kết quả đo mực nước tĩnh ở giếng BC2 tại thời điểm này là 16,4 m, tăng hơn so với thời điểm mùa khô 5,5 m).

- Lớp thứ 2 có điện trở suất thấp hơn vào mùa mưa so với mùa khô, chứng tỏ ảnh hưởng của lượng nước được bổ cập vào tầng chứa nước nứt nẻ.

5.5. Đánh giá hiệu quả bằng thí nghiệm mẫu nước

Để đánh giá chất lượng nước dưới đất tại khu vực xây dựng mô hình, đã tiến hành lấy và thí nghiệm các chỉ tiêu toàn phần và vi lượng của các mẫu nước ở cùng độ sâu trong các giếng khoan tại hai thời điểm cuối mùa khô (tháng 5/2022) và cuối mùa mưa (tháng 11/2022). Các vị trí lấy mẫu và so sánh là QT1 (17, 5 m), QT2 (50 m), KT2: KT2.1 (55 m), KT2.2 (35 m), BC1 (14,5 m) và KT1 (60,0 m). Kết quả thí nghiệm cho thấy:

- Vào thời điểm cuối mùa khô, mặc dù nguồn nước vẫn đảm bảo dùng cho ăn uống sinh hoạt theo QCVN 01-1: 2018/BYT [4]. Tuy nhiên, chất lượng nước ở tầng dưới (sâu trên 50 m) tại khu vực nghiên cứu có các chỉ số Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+}, Cl^{-}, SO_4^{2-}, HCO_3^{-}, độ cứng và độ dẫn điện đều lớn hơn so với nước ở tầng nông (khoảng 20 m). Điều này chứng tỏ tầng nước dưới sâu dễ bị xâm nhập mặn nhiều hơn do khai thác nước dưới đất thể hiện ở các chỉ số Cl^{-} = 175,1/141 mg/l, lượng cặn sấy khô 625,18/280 mg/l, độ dẫn điện 960/360 của các mẫu QT1 (17,5 m)/QT2 (50 m). Với các mẫu nước lấy ở độ sâu 35 m (KT2.2) và 55 m (KT2.1) tại giếng KT 2 có các chỉ tiêu thí nghiệm là tương tự nhau điều này cho thấy chất lượng nước ở độ sâu từ 30 m trở xuống là khá đồng nhất.

Kết quả thí nghiệm một số chỉ tiêu của mẫu nước tại thời điểm cuối mùa khô (tháng 5/2022) và cuối mùa mưa (11/2022) được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm các mẫu nước tại các thời điểm cuối mùa khô và cuối mùa mưa năm 2022 [1]

Chỉ tiêu	QT1 (17,5 m)		BC1 (14,5 m)		QT2 (50 m)		KT2.1(50 m)		KT2.2 (35 m)		KT1(60 m)	
	T5	T11	T5	T11	T5	T11	T5	T11	T5	T11	T5	T11
Fe^{2+} (mg/l)	0,71	0,01	2,16	0,01	0,12	<0,01	0,01	<0,01	0,04	0,04	0,25	<0,01
Fe^{3+} (mg/l)	2,1	0,01	6,48	0,01	0,42	<0,01	0,01	<0,01	0,17	0,06	0,4	<0,01
Cl^{-} (mg/l)	14,14	35,15	67,89	12	175,1	76,3	75,44	84,88	86,89	60,87	39,87	39,44
SO_4^{2-} (mg/l)	0,24	2,45	10,18	30,71	44,41	1,55	34,74	3,12	40,18	2,67	2,36	2,74

HCO_3^- (mg/l)	97,62	10,02	134,22	34,93	109,82	60,12	87,85	KPH	117,14	29,43	104,94	90,83
NO_3^- (mg/l)	4,5	KPH	1,14	<0,01	2,46	<0,01	0,96	<0,01	2.5	<0,01	1,76	<0.01
CSK (mg/l)	280,6	96,31	288,72	186,10	625,18	162,13	260,04	174,15	251,5	156,39	100	102,13
ĐK	80	KPH	110	KPH	980	KPH	72	KPH	96	KPH	86	KPH
ĐC (mg/l)	65,03	74,54	145,07	34,78	115,05	64,70	75,04	99,42	90,4	99,46	35,02	94,45
ĐDĐ (µs/cm)	360	160	410	310	960	270	410	290	415	260	160	170

Ghi chú: CSK: Cặn sấy khô 105°C; ĐK : Độ kiềm ; ĐC: Độ cứng; ĐDĐ: Độ dẫn điện; KPH: Không phát hiện.

Từ bảng 1 có thể kết luận:

- Chất lượng mẫu nước tại hố khoan BC1 (ở độ sâu 14,5 m) và QT1 (17,5 m) vào cuối mùa mưa có các chỉ số như: Fe^{2+}, Fe^{3+}, HCO_3^-, cặn sấy khô, độ kiềm, độ dẫn điện giảm nhiều so với cuối mùa khô. Điều này thể hiện chất lượng nước tốt hơn.

- Tại các vị trí lấy mẫu ở các hố khoan KT 2 (KT2.1 - 50 m, KT2.2 - 35 m) và QT2 - 50 m cho thấy, chất lượng nước cũng được cải thiện rõ rệt về các chỉ số nêu trên. Nguyên nhân tại khu vực này tập trung nhiều giếng khai thác nước và đang khai thác với lưu lượng khoảng 30 - 40 m^3/ngày nên chất lượng nước vào mùa khô bị suy kiệt đáng kể.

- Tại giếng KT1, do lượng nước khai thác ít hơn so với khu vực mô hình vị trí 2 nên chất lượng nước thời điểm cuối mùa mưa ít biến đổi hơn so với cuối mùa khô, chất lượng nước cũng có xu hướng tốt lên.

5.6. Hiệu quả thu gom nước mặt tại mô hình vị trí 1

Tại mô hình vị trí 1, do có tuyến hào dài (201 m), là nơi tụ thủy và thu được nhiều nước khi mưa vào bồn chứa khoảng 2.600 m^3, bồn hiện tại không có nguồn cấp. Chính vì vậy, để tận dụng nguồn nước thu gom được nhiều và sử dụng được bồn cấp, đã tiến hành dẫn đường ống nước ϕ60 lấy nguồn nước từ tuyến hào thu số 1 qua bể lọc 1 để cấp nước vào cho bồn. Kết quả cho thấy, lượng nước thu vào bồn chứa và đã dùng năm 2022 đạt khoảng trên 6.000 m3. Chất lượng nước đáp ứng QCVN 01-1: 2018/BYT [4].

Như vậy, nhu cầu dùng nước trên đảo tại các thời điểm trước và sau khi xây dựng mô hình thay đổi là không lớn, tuy nhiên mô hình đã thu gom được nguồn nước mặt năm 2022 trên 6.000 m3, đồng nghĩa với việc sẽ giảm lượng khai thác nước dưới đất trên 6.000 m^3/năm, nó không chỉ mang lại lợi ích rất lớn về kinh tế mà còn giảm lượng khai thác nhằm tái tạo nguồn nước.

6. KẾT LUẬN

Mô hình thu gom bổ cập và khai thác nước dưới đất tại đảo Hòn Ngang, xã Nam Du, huyện Kiên Hải, tỉnh Kiên Giang đã mang lại hiệu quả đáng kể về chất lượng nước cũng như đẩy mặn ra phía biển và dưới sâu.

- Mực nước ngầm trên đảo đã thay đổi rõ rệt giữa mùa khô và mùa mưa năm 2022, mực nước chênh cao nhất ở các giếng khoan vị trí mô hình 1 (KT1: 20,5 m; BC1: 18,1 m) và nhỏ nhất tại giếng khoan vị trí mô hình 2, dao động từ 7,7 m (giếng khoan QT1, QT2) đến 11,5 m (giếng khoan KT2). Tương tự, các chỉ số về TDS và EC đều nhỏ đi tại thời điểm cuối mùa mưa so với cuối mùa khô, đặc biệt đối với các giếng khoan đang khai thác nước ở tầng sâu > 50 m.

- Chênh cao mực nước trung bình giữa các tháng mùa khô năm 2023 và 2022 là: Tháng 2/2023 với tháng 2/2022 = 4,1 m; tháng 3/2023 với tháng 3/2022 = 3,5 m và tháng 4/2023 với tháng 4/202 là 3,3 m. Các chỉ số về EC và TDS của các mẫu nước trong các tháng này năm 2023 cũng nhỏ hơn nhiều so với các tháng cùng kỳ năm 2022.

- Các chỉ số về chất lượng nước tại thời điểm cuối mùa mưa đều tốt hơn so với thời điểm cuối mùa khô, các hàm lượng như: Fe^{2+}, Fe^{3+}, Cl^-, SO_4^{2-}, HCO_3^-, NO_3^-, cặn sấy khô, độ kiềm, độ cứng và độ

dẫn điện của các mẫu thí nghiệm đa phần đều nhỏ hơn và đạt QCVN 01-1: 2018/BYT [4].

- Kết quả đo địa vật lý tại thời điểm cuối mùa mưa (tháng 11/2022) và cuối mùa khô (tháng 5/2022) cho thấy, biên mặn nhạt đã bị đẩy về phía biển khoảng 70 m và đẩy xuống sâu khoảng 7 - 10m

LỜI CẢM ƠN

Bài báo này sử dụng kết quả nghiên cứu của đề tài "Nghiên cứu đề xuất công nghệ cấp nước sinh hoạt hiệu quả, bền vững ở một số đảo lớn thuộc quần đảo Nam Du, tỉnh Kiên Giang" Mã số ĐTĐL.CN-38/19. Tác giả xin chân thành cám ơn Bộ Khoa học và Công nghệ, Viện Thủy công đã tạo điều kiện để nhóm nghiên cứu thực hiện đề tài này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Viện Thủy công (2023). *Báo cáo Tổng hợp Kết quả Khoa học và Công nghệ đề tài Độc lập cấp Quốc gia* "Nghiên cứu đề xuất công nghệ cấp nước sinh hoạt hiệu quả, bền vững ở một số đảo lớn thuộc quần đảo Nam Du, tỉnh Kiên Giang"*Mã số ĐTĐL.CN-38/19.*

2. Ủy ban nhân dân huyện Kiên Hải (2006). Quyết định số 338/QĐ-UBND ngày 24/10/2006 về việc xét duyệt quy hoạch sử dụng đất chi tết đến năm 2015, kế hoạch sử dụng đất chi tiết đầu kỳ đến 2010 và định hướng sử dụng đất đến năm 2020 của xã Nam Du, huyên Kiên Hải.

3. Nguyễn Thanh Sơn (2003). *Tính toán thủy văn*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia, Hà nội.

4. : Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 01-1: 2018/BYT về chất lượng nước sạch sử dụng cho mục đích sinh hoạt.

5. Quy phạm tính toán các đặc trưng thủy thiết kế QP.TL C6-77.

6. Manual on artificial recharge of ground water, Government of India, Ministry of water resources, Centre ground water board, september 2007.

7. https://swd.vn/blogs/news/ mối nguy hiểm khi nguồn nước ngầm nhiễm ion kim loại nặng, truy cập ngày 30/6/2023.

8. https://asin.com.vn/do-dan-dien-cua-nuoc.html, truy cập ngày 5/7/2023.

SUSTAINABLE AND EFFICIENT STUDIES FOR DOMESTIC WATER SUPPLY AT HON NGANG ISLAND BELONG NAM DU ARCHIPELAGO, KIEN GIANG PROVINCE

Vu Ngoc Binh[1]

[1]*Hydraulic construction institute*

Summary

The efficient and sustainable solution of collecting, recharging, and exploiting underground water has been studied and applied in Hon Ngang Island Nam Du archipelago, Kien Giang province in order to supply the running water for people here. Research result showed that the difference in groundwater level at the lowest value in the dried season and the highest value in the rainy season in 2022 was from 7.7 to 20.5 meters. The groundwater has spreaded to the sea about 70 meters and the depth of about from 7 to 10 meters. At the same time, the water quality has also changed better in terms of Fe^{2+}, Fe^{3+}, Cl^-, SO_4^{2-}, HCO_3^-, NO_3^-, dried residues, alkalinity, hardness, and electric conductivity at the time of the late rainy season (in November 2022) when compared to those at the time of the late dry season (in May 2022). The underground water level of the island in the year after being recharged is higher than that of the previous year, it ranges from 2.9m (October 2022 compared to October 2020) to 5.9m (January 2023 compared to January 2021). In the dry season months of 2023, it was from 3.3 (April) to 4.1 m (February) higher than that of the same period in 2022, the water quality in terms of EC and TDS indicators is also better. These proves that the solution to recharge groundwater for the island has brought remarkable results.

Keywords: *Sustainable, water quality, solution, eficient, underground water.*

Người phản biện: PGS.TS. Lương Văn Thanh

Ngày nhận bài: 12/7/2023

Ngày thông qua phản biện: 14/8/2023

Ngày duyệt đăng: 21/8/2023

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG CÁC KỊCH BẢN ĐIỀU TIẾT MỰC NƯỚC VÀ LƯU LƯỢNG TRÊN DÒNG CHÍNH SÔNG CẢ PHỤC VỤ CÔNG TÁC QUẢN LÝ VÀ KHAI THÁC NGUỒN NƯỚC Ở HẠ DU

Lương Ngọc Chung [1,*], Phạm Công Thành [1],
Nguyễn Nguyên Hoàn[1], Trương Hồng Sơn[1]

TÓM TẮT

Biến đổi lòng dẫn là quy luật tự nhiên của dòng sông. Ở nước ta, những năm gần đây xu thế biến đổi lòng dẫn, hạ thấp đáy diễn ra mạnh mẽ ở các sông lớn như sông Hồng, sông Mã, sông Cả... khiến cho việc quản lý và khai thác các hệ thống thủy lợi ven sông trong thời kỳ cấp nước (đặc biệt là các cống, trạm bơm) rất khó khăn. Mặc dù các lưu vực sông đều đã có quy trình vận hành liên hồ chứa nhưng hiện mới chỉ có lưu vực sông Hồng có quy định về điểm kiểm soát về mực nước, lưu lượng tối thiểu làm cơ sở để các nhà quản lý, các đơn vị khai thác xây dựng kế hoạch sản xuất và vận hành công trình. Các lưu vực sông khác như sông Cả chỉ mới quy định lưu lượng xả tối thiểu các hồ chứa thủy lợi, thủy điện, chưa có nút kiểm soát ở hạ du. Nghiên cứu này tiến hành điều tra, thu thập kết hợp với sử dụng mô hình toán và tham vấn đơn vị quản lý vận hành để xác định các điểm kiểm soát, giá trị tối thiểu về lưu lượng và mực nước trong thời kỳ cấp nước căng thẳng là thời kỳ 4, 5 (từ 1/4 - 19/7). Qua đó làm cơ sở phục vụ công tác quản lý và khai thác nguồn nước trên dòng chính sông Cả trong mùa cạn.

Từ khóa: *Sông Cả, mực nước, lưu lượng, cống Nam Đàn, Mike 11.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dòng chính sông Cả dài 531 km, trong đó phần chảy từ biên giới Việt Nam đến Cửa Hội là 360 km.

Việc khai thác, sử dụng nước trên sông Cả để phục vụ phát triển nông nghiệp và kinh tế xã hội đã được thực hiện qua nhiều thời kỳ. Cho đến nay, trên dòng chính các sông thuộc hệ thống sông Cả đã xây dựng 11 thủy điện, 2 hồ chứa thủy lợi, 1 đập dâng, 3 cống lấy nước chính và hơn 100 trạm bơm phục vụ cho hơn 68.766 ha thuộc địa phận 2 tỉnh Nghệ An và Hà Tĩnh [1].

- Về loại hình khai thác, sử dụng nước gồm có: (i) Công trình trữ và khai thác nước không làm tiêu hao nước gồm các thủy điện, Khe Bố, Chi Khê, Hố Hô, Bản Ang, Nậm Mô, Nậm Nơn, Nhãn Hạc, Kẻ Nính, Châu Thắng; (ii) Công trình trữ nước, có tác dụng bổ sung nguồn nước hạ du gồm thủy điện Bản Vẽ, hồ Bản Mồng, hồ Ngàn Trươi; (iii) Công trình chỉ khai thác, sử dụng làm tiêu hao nước gồm Bara Đô Lương, cống Nam Đàn, cống Trung Lương, cống Đức Xá và trạm bơm dọc sông Cả.

- Về phân bố không gian: Hình thức sử dụng thuộc loại i, loại ii được xây dựng ở khu vực thượng lưu thuộc sườn phía Tây, nơi tập trung mưa lớn và có địa hình thuận lợi xây dựng hồ chứa. Các công trình khai thác nước loại iii chủ yếu ở khu vực trung du và đồng bằng, nơi tập trung các khu tưới và các thành phố, khu công nghiệp.

Đối với công trình khai thác sử dụng nước có tiêu hao: Dọc theo sông Cả tính từ thượng nguồn ra biển ngoài các trạm bơm nhỏ lẻ thì có 4 công trình lấy nước chính gồm:

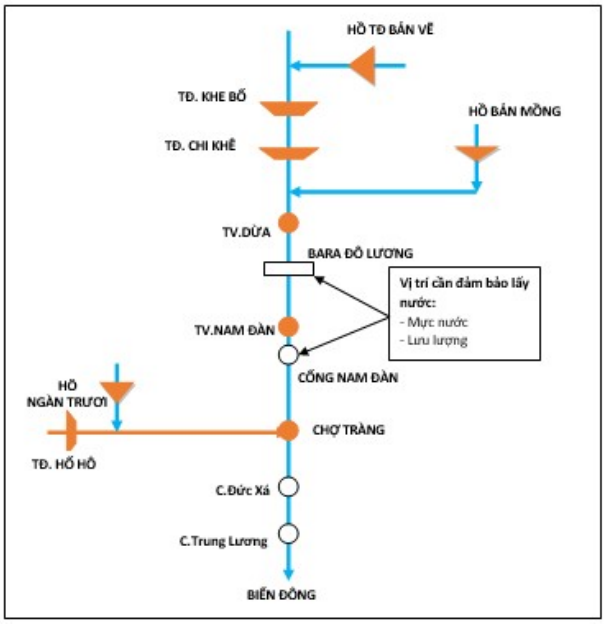
- Bara Đô Lương và cống Tràng Sơn thuộc trung du sông Cả, khống chế lưu vực khoảng 22.000 km^2. Đây là bậc thang lấy nước đầu tiên trên dòng chính sau các hồ điều tiết Bản Vẽ, Khe Bố, Bản Mồng. Công trình đang khai thác lưu lượng 37,3 m^3/s từ sông Cả tưới cho phía Bắc Nghệ An, đến năm 2021 lưu lượng được chuyển tăng lên là 44,04 m^3/s.

[1] Viện Quy hoạch Thủy lợi
[*] Email: ngocchung.iwrp@gmail.com

Là hệ thống công trình có đập dâng chắn ngang sông nên toàn bộ lượng dòng chảy từ các hồ xả xuống sẽ được ưu tiên lấy vào Bara Đô Lương.

- Cống Nam Đàn: Công trình cách Bara Đô Lương khoảng 60 km về hạ du. Từ Đô Lương xuống Nam Đàn chỉ có thêm lưu vực sông Giăng 1.017 km^2 bổ sung nguồn nước. Công trình thiết kế khai thác lưu lượng 40,56 m^3/s tưới cho phía Nam tỉnh Nghệ An.

- Cống Đức Xá, cống Trung Lương: Đây là 2 công trình lấy nước vùng triều với khoảng cách đến cửa Hội là 25 – 27 km. Cống Trung Lương hiện bị xâm nhập mặn chỉ khai thác 6 - 8 giờ/ngày, cống Đức Xá lấy nước thuận lợi hơn do nồng độ mặn thấp. Hiện nay, 2 công trình này được hỗ trợ từ hồ Ngàn Trươi bổ sung lưu lượng đẩy mặn cho khu vực hạ du sông Cả.



Hình 1. Sơ đồ phân bố không gian các công trình, trạm thủy văn chính trên dòng chính sông Cả

Qua đặc điểm phân bố các công trình lấy nước chính cho thấy, Bara Đô Lương là công trình hưởng lợi nhiều nhất từ các hồ chứa thủy lợi thủy điện trên sông Cả. Cống Nam Đàn sẽ phụ thuộc lưu lượng hạ lưu Bara Đô Lương. Cống Trung Lương, Đức Xá phụ thuộc dòng chảy thượng nguồn và dòng triều.

Mặc dù trên lưu vực sông Cả hiện nay đã có quy trình vận hành liên hồ chứa [2], tuy nhiên do lòng dẫn sông Cả những năm gần đây bị hạ thấp liên tục nên nếu chỉ quy định lưu lượng xả tối thiểu của các hồ theo các thời kỳ sẽ không phù hợp với khả năng khai thác công trình lấy nước hạ du. Như trên lưu vực sông Hồng, để đảm bảo vùng hạ du lấy đủ nước đã lựa chọn các trạm thủy văn Sơn Tây quy định về lưu lượng, trạm Hà Nội quy định về mực nước tối thiểu để các đơn vị quản lý làm cơ sở vận hành hồ chứa thượng nguồn và công trình cấp nước hạ du.

Vì vậy để có cơ sở các nhà quản lý, các công ty khai thác và sử dụng nước trên lưu vực sông Cả chủ động trong công tác vận hành được hiệu quả, nghiên cứu này trình bày phương pháp, kết quả xác định vị trí và yêu cầu về mực nước và lưu lượng trên dòng chính sông Cả.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng, phạm vi nghiên cứu

2.1.1. Đối tượng nghiên cứu

Mực nước và lưu lượng tại các điểm kiểm soát dọc sông Cả. Trong đó đối tượng chính là vùng tưới Nam Hưng Nghi là khu vực đang chịu tác động mạnh nhất của việc hạ thấp mực nước sông Cả. Đây là khu tưới lớn thứ 2 vùng hạ du sông Cả, khai thác nước qua cống Nam Đàn 1 và 2.

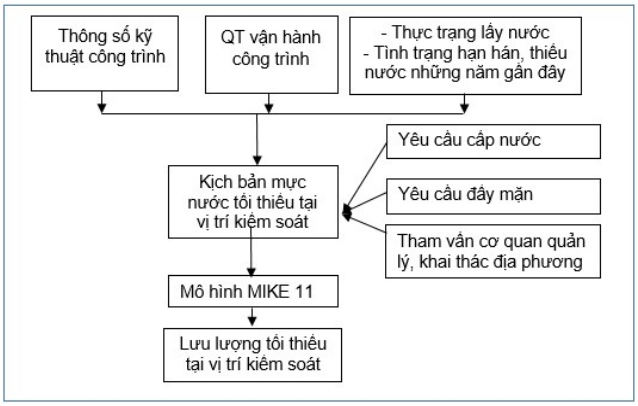
2.1.2. Phạm vi nghiên cứu

Dòng chính hệ thống sông Cả bao gồm chế độ thủy văn, thủy lực cho toàn hệ thống.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Để xác định yêu cầu cấp nước trên dòng chính sông Cả, nhóm nghiên cứu sử dụng các phương pháp sau:

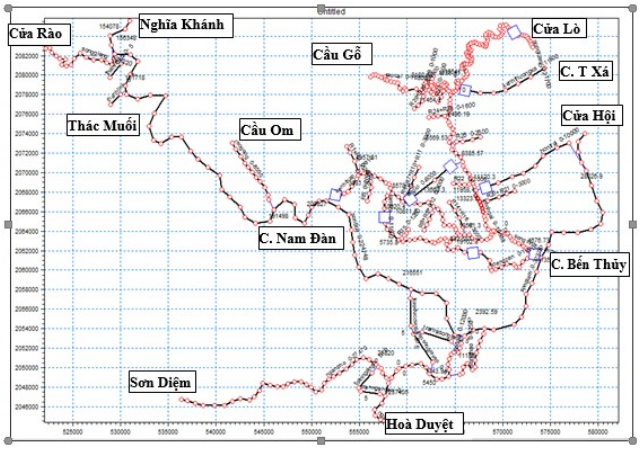
- Phương pháp điều tra, thu thập: Điều tra các số liệu về thông số công trình, tình hình hạ thấp mực nước, hạn hán và khả năng lấy nước cống Nam Đàn.



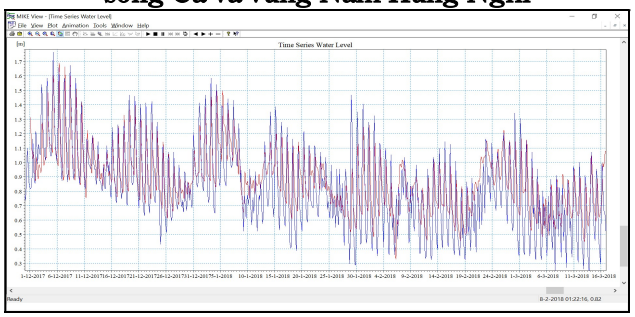
Hình 2. Phương pháp xác định yêu cầu về mực nước và lưu lượng tối thiểu trên dòng chính sông Cả

- Phương pháp tham vấn: Tham vấn đơn vị quản lý và khai thác nước vùng Nam Hưng Nghi (cụ thể là Công ty TNHH khai thác công trình thủy lợi Nam Nghệ An) để xác định mực nước tối thiểu tại cống Nam Đàn.

- Phương pháp mô hình toán: Sử dụng mô hình thủy lực Mike 11 mô phỏng chế độ thủy lực dọc sông Cả và khả năng lấy nước vào hệ thống Nam Hưng Nghi theo các kịch bản.



Hình 3. Mô hình thủy lực mùa cạn hệ thống sông Cả và vùng Nam Hưng Nghi



Hình 4. Đường quá trình mực nước tính toán kiểm định và thực đo tại trạm thủy văn Yên Thượng trên sông Cả

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình theo số liệu cập nhật đến năm 2022 (Hình 4).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Lựa chọn vị trí kiểm soát về lưu lượng

Điểm kiểm soát về lưu lượng trên dòng chính sông Cả cần đảm bảo các yêu cầu sau:

+ Điểm khống chế phải có vị trí nằm trên dòng chính sông Cả.

+ Điểm khống chế phải là vị trí kiểm soát số liệu về mực nước, lưu lượng trên sông Cả.

+ Điểm khống chế phải ở hạ lưu các hồ chứa lớn và phải kiểm soát được đặc trưng về mực nước, lưu lượng khi các hồ chứa xả trong mùa cạn.

+ Điểm khống chế phải nằm ở thượng lưu các công trình lấy nước chính đảm bảo lưu lượng cấp cho khu vực hạ du.

Phân tích đặc điểm dòng chính sông Cả cho thấy:

- Về hệ thống quan trắc số liệu thủy văn: Trên sông Cả hiện có 15 trạm thuỷ văn [3]:

+ Trạm lưu lượng và mực nước: có 6 trạm đo lưu lượng đó là Quỳ Châu, Nghĩa Khánh, Dừa, Yên Thượng, Sơn Diệm, Hoà Duyệt.

+ Trạm đo mực nước không ảnh hưởng triều: hiện tại chỉ còn 5 trạm là Thạch Giám, Con Cuông, Đô Lương, Nam Đàn, Chu Lễ.

+ Trạm đo mực nước vùng ảnh hưởng triều còn 4 trạm đo là Chợ Tràng, Cửa Hội, Bến Thuỷ, Linh Cảm.

- Về phấn bố các hồ chứa thượng nguồn: Theo hình 1, phân bố các công trình thủy lợi, thủy điện trên lưu vực sông Cả như sau:

+ Trên dòng chính sông Cả khu vực thượng lưu thuộc huyện Kỳ Sơn, Tương Dương, Con Cuông có thủy điện Bản Vẽ, Khe Bố và Chi Khê.

+ Trên nhánh sông Hiếu khu vực thượng lưu thuộc huyện Quỳ Hợp có hồ Bản Mồng (đang xây dựng).

+ Trên nhánh sông La có hồ Ngàn Trươi.

Nhánh sông Hiếu nhập vào dòng chính sông Cả tại ngã ba cây Chanh thuộc huyện Con Cuông. Vị trí nhập lưu thuộc khu vực thượng sông Cả, cách Bara Đô Lương về phía thượng lưu khoảng 40 km.

Nhánh sông La nhập vào dòng chính tại ngã ba Chợ Tràng cách biển khoảng 35 km. Nguồn nước từ hồ Ngàn Trươi chủ yếu có tác dụng đẩy mặn, không tham gia bổ sung nguồn nước cho Bara Đô Lương và cống Nam Đàn.

Qua phân tích, đã chọn trạm thủy văn Dừa là điểm khống chế về lưu lượng cho khu vực hạ du, lý do:

- Trạm thủy văn Dừa là trạm thủy văn Quốc gia, có liệt số liệu dài. Trạm quan trắc cả mực nước và lưu lượng. Việc khai thác số liệu để phục vụ quản lý rất thuận lợi.

- Vị trí trạm thủy văn Dừa nằm hạ lưu hợp lưu dòng chính sông Cả và sông Hiếu. Trạm Dừa sẽ kiểm soát được diễn biến tổng lưu lượng xả qua

thủy điện Bản Vẽ, Khe Bố, Chi Khê trên dòng chính và hồ Bản Mồng trên sông Hiếu.

- Vị trí Dừa nằm ở thượng nguồn các công trình lấy nước chính như Bara Đô Lương, cống Nam Đàn, cống Đức Xá, cống Trung Lương và các trạm bơm dọc sông Cả.

3.2. Lựa chọn vị trí kiểm soát về mực nước

Điểm khống chế mực nước hạ du phải thỏa mãn được các yêu cầu sau:

+ Điểm khống chế phải có vị trí nằm trên dòng chính sông Cả.

+ Điểm khống chế phải là vị trí kiểm soát số liệu về mực nước trên sông Cả.

+ Điểm khống chế phải kiểm soát được khả năng lấy nước cống Nam Đàn và các trạm bơm lận cận.

Trên dòng chính sông Cả hiện có trạm thủy văn Nam Đàn cấp III, có liệt tài liệu từ năm 1960 đến nay. Trạm có vị trí ngay thượng lưu cống Nam Đàn. Vì vậy đã lựa chọn trạm Nam Đàn là điểm khống chế mực nước hạ lưu trên dòng chính sông Cả.

3.3. Xác định yêu cầu về lưu lượng và mực nước tại các điểm kiểm soát

3.3.1. Lựa chọn thời kỳ tính toán

Qua thực tiễn về khai thác sử dụng nước ở hạ du những năm gầy đây cho thấy, trên sông Cả thời kỳ 4, thời kỳ 5 (từ 1/4 -19/7) là giai đoạn cuối vụ đông xuân và đầu vụ hè thu - mùa, việc cấp nước cực kỳ căng thẳng. Mực nước tại đầu mối cống Nam Đàn chỉ khoảng 0,2 - 0,5 m, nhiều thời điểm chỉ đạt -0,2 - 0,4 m. Các thời kỳ khác công trình đều lấy đủ nước [4]. Vì vậy trong nghiên cứu này lựa chọn thời kỳ 4, 5 (từ 1/4 - 19/7) để tính toán.

3.3.2. Xác định yêu cầu mực nước, lưu lượng tối thiểu tại các điểm kiểm soát

a. Yêu cầu mực nước tại Nam Đàn

Giá trị mực nước tại Nam Đàn được xác định dựa trên yêu cầu cấp nước cho vùng tưới Nam Hưng Nghi qua cống Nam Đàn 1, 2. Cống Nam Đàn 1 (xây dựng năm 1933) và cống Nam Đàn 2 (xây dựng năm 2018) phục vụ lấy nước vào hệ thống Nam Hưng Nghi để cấp cho 22.650 ha.

Cơ sở xác định mực nước yêu cầu hạ du:

- Theo hồ sơ thiết kế thì mực nước ngoài sông phải đạt 1,15 m thì mới lấy đủ nước phục vụ tưới cho vùng Nam Hưng Nghi.

- Những năm gần đây mực nước ngày càng xuống thấp và chịu tác động lớn của thủy triều. Theo yêu cầu UBND tỉnh Nghệ An khi phê duyệt quy trình vận hành đối với cống Nam Đàn, quy định giá trị mực mước ngoài sông để vận hành cống Nam Đàn và công trình nội đồng vùng Nam Hưng Nghi là 0,83 m.

- Mô phỏng thực tế năm 2018 bằng mô hình thủy lực. Với mực nước ngoài sông chỉ đạt 0,4 - 0,45 m, lưu lượng lấy vào hệ thống chỉ đạt 15,5 m^3/s, vùng bị thiếu nước hơn 6.500 ha.

Bảng kết quả tính toán các kịch bản xác định mực nước, lưu lượng tối thiểu tại vị trí kiểm soát

TT	Kịch bản	Thời kỳ	MN tại Nam Đàn (m)	Q_{TB} lấy được vào HT (m^3/s)	Mức độ đảm bảo cấp nước	Q yêu cầu tại Dừa (m^3/s)
1	KB1	TK 4	1,15	33,5	Đảm bảo cấp nước	560
		TK 5	1,15	33,5		560
2	KB2	TK 4	0,83	25,0	Phải bố trí tưới luân phiên	360
		TK 5	0,83	25,0		360
3	KB3	TK 4	0,71	23,5	Phải bố trí tưới luân phiên	300
		TK 5	0,71	23,5		300
4	KB4	TK 4	0,60	22,1	Phải bố trí tưới luân phiên	260
		TK 5	0,60	22,1		260
5	KB5	TK 4	0,60	22,1	Phải tưới luân phiên và hỗ trợ	260
		TK 5	0,71	23,5		300
6	Hiện trạng 2018	TK 4	0,45	15,5	Thiếu nước hơn 6.500 ha	195
		TK 5	0,40	15,5		295

Ghi chú: MN: Mực nước; Q_{TB}: Lưu lượng trung bình; HT: Hệ thống; Q: Lưu lượng.

- Để luận chứng quan hệ giữa mực nước ngoài sông Cả đến khả năng cấp nước cho vùng Nam Hưng Nghi và tương quan giữa mực nước tại Nam Đàn với lưu lượng tại Dừa, đã nghiên cứu thêm trường hợp mực nước yêu cầu tối thiểu là 0,71 m và 0,6 m để xây dựng kịch bản tính toán.

b. Kết quả tính toán

Bằng bài toán thủy lực trong mùa cạn, nhóm nghiên cứu đã diễn toán chế độ thủy lực tại trạm thủy văn Dừa với từng kịch bản về yêu cầu khai thác nước tại hạ du (Nam Đàn).

Cụ thể như sau:

+ Với yêu cầu MN tại Nam Đàn là 1,15 m (thời kỳ 4, 5) đảm bảo cấp đủ nước cho vùng Nam Hưng Nghi thì lưu lượng tại Trạm thủy văn Dừa cần phải đạt được tối thiểu là 560 m^3/s, lớn hơn gần 2 lần so với giai đoạn thiết kế công trình. Việc duy trì lưu lượng này vào thời kỳ 4, 5 là rất khó khăn trong vận hành công trình.

+ Trường hợp mực nước yêu cầu tại Nam Đàn là 0,83 m, lưu lượng trung bình lấy được vào kênh thấp qua 2 cống Nam Đàn khoảng 25 m^3/s. Để đảm bảo cấp đủ nước phục vụ sản xuất, phải tiến hành tưới luân phiên một thời gian ngắn đối với khu tưới vùng Nam Hưng Nghi. Để đảm bảo kịch bản 2 thì lưu lượng tại Dừa cần duy trì đạt 360 m^3/s.

+ Trường hợp mực nước yêu cầu tại Nam Đàn là 0,71 m, lưu lượng trung bình lấy được vào kênh thấp qua 2 cống Nam Đàn khoảng 23,5 m^3/s. Diện tích có khả năng thiếu nước là 4.800 ha. Để đảm bảo cấp đủ nước phục vụ sản xuất, phải tiến hành tưới luân phiên đối với khu tưới vùng Nam Hưng Nghi, với thời gian vận hành tưới luân phiên trong 88 ngày. Để đảm bảo mực nước tại Nam Đàn theo kịch bản 3, thì lưu lượng tại Dừa cần duy trì 300 m^3/s.

+ Trường hợp mực nước yêu cầu tại Nam Đàn là 0,6 m, lưu lượng trung bình lấy được vào kênh thấp qua 2 cống Nam Đàn khoảng 22,1 m^3/s. Diện tích có khả năng thiếu nước là 5.300 ha. Để đảm bảo cấp đủ nước phục vụ sản xuất, phải tiến hành tưới luân phiên 94 ngày đối với khu tưới vùng Nam Hưng Nghi, cộng với sử dụng trạm bơm Rum bơm tưới chống hạn cho vùng kênh Lê Xuân Đào, kênh Hoàng Cần. Một số diện tích khu vực cuối kênh vùng Nghi Lộc phải chuyển đổi cơ cấu cây trồng từ trồng lúa sang trồng màu. Mực nước tại Nam Đàn theo kịch bản 4, thì lưu lượng tại Dừa cần duy trì 260 m^3/s.

+ Trường hợp mực nước yêu cầu tại Nam Đàn là 0,6 - 0,7 m, lưu lượng trung bình lấy được vào hệ thống qua 2 cống Nam Đàn khoảng 22,1 - 23,5 m^3/s. Do thời kỳ 4 có thể tăng cường tích trữ nước cuối vụ đông xuân để bù cho thời gian thiếu hụt đầu vụ hè thu. Để đảm bảo cấp đủ nước phục vụ sản xuất, phải tiến hành tưới luân phiên 91 ngày đối với khu tưới vùng Nam Hưng Nghi. Kịch bản 5 thì lưu lượng trung bình tại Dừa thời kỳ 4 cần đạt 260 m^3/s, thời kỳ 5 là 300 m^3/s.

Như vậy, với mỗi kịch bản mực nước yêu cầu tại Nam Đàn, sẽ xác định được giá trị lưu lượng cần duy trì tại vị trí Dừa. Việc lựa chọn kịch bản nào đều phải có giải pháp điều phối nguồn nước trong nội đồng đồng mới đảm bảo việc cấp nước cho nông nghiệp và các ngành. Đồng thời, cần có giải pháp vận hành các hồ chứa thượng nguồn để duy trì lưu lượng cần đạt tại Dừa.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu đã thể hiện bảng tương quan về lưu lượng và mực nước tại 2 vị trí kiểm soát là trạm thủy văn Dừa và Trạm thủy văn Nam Đàn. Kết quả tính toán là cơ sở (i) Giúp các đơn vị khai thác công trình thủy lợi, các đơn vị quản lý có kế hoạch sản xuất, phòng chống hạn hán trong trường hợp dự báo lưu lượng tại Dừa đạt mức thấp hơn giá trị tối thiểu (ii) Là cơ sở yêu cầu các nhà máy thủy điện phía thượng nguồn có chế độ vận hành xả nước hợp lý đảm bảo yêu cầu cấp nước hạ du.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được cung cấp số liệu và một số kết quả nghiên cứu từ đề tài cấp Bộ "Nghiên cứu đánh giá, dự báo tác động của hạ thấp mực nước đến hiệu quả hoạt động của công trình thủy lợi vùng hạ du sông Cả và đề xuất các giải pháp khắc phục". Nhóm thực hiện chân thành cảm ơn Ban chủ nhiệm đề tài đã tạo điều kiện giúp đỡ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Viện Quy hoạch Thủy lợi (2022). Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ: Nghiên cứu đánh giá, dự báo tác động của hạ thấp mực nước đến hiệu quả hoạt động của công trình thủy lợi vùng hạ du sông Cả và đề xuất các giải pháp khắc phục.

2. Chính phủ (2019). *Quyết định số 1605/QĐ-TTg của Thủ Tướng Chính phủ ký ngày 13/11/2019 về việc Ban hành quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Cả.*

3. Viện Quy hoạch thủy lợi (2014). Dự án Quy hoạch Thuỷ lợi lưu vực sông Cả đến năm 2020, định hướng đến năm 2030.

4. Nguyễn Quang Trung (2013). Đề tài Nghiên cứu đề xuất giải pháp giảm thiểu ảnh hưởng của dòng chảy kiệt phục vụ sản xuất nông nghiệp, thủy sản vùng hạ du sông Cả và sông Mã.

ESTIMATION OF REQUIREMENTS ON WATER LEVELS AND DISCHARGES SERVING WATER RESOURCES MANAGEMENT AND ABSTRACTION ON THE CA RIVER MAINSTREAM IN LOW FLOW SEASON

Luong Ngoc Chung [1], Pham Cong Thanh [1], Nguyen Nguyen Hoan[1], Truong Hong Sơn[1]

[1]Institute of Water resources Planning

Summary

In recent years, trends of river bed evolution are observed in most major rivers in the country such as the Red river, the Ma river, the Ca river, etc., making management and exploitation of riverine irrigation systems (especially sluices and pumping stations) in the water abstraction periods very difficult. Although the inter-reservoir operation rules have been issued for all the large river basins, the regulations on the control points of minimum water level and discharge as a basis for managers and operators to develop their business plan and operation plan are only available for the Red River Basin. For other river basins, such as Ca river basin, the regulations on minimum release of the irrigation and hydropower reservoirs are made available only, without downstream control points. This study applies different approaches including survey to collect data and information, mathematical modeling, consultation to determine suitable control points, and minimum value of water discharge and water level during stressful water supply periods (i.e., periods 4 and 5 from April 1 to July 19), based on which water resources management and abstraction on the Ca river mainstream can be informed and implemented in low flow season.

Keywords: *Ca River, water Level, discharge, Nam Dan sluice, Mike 11.*

Người phản biện: GS.TS. Lê Văn Nghị
Ngày nhận bài: 12/7/2023
Ngày thông qua phản biện: 12/8/2023
Ngày duyệt đăng: 19/8/2023

ĐÁNH GIÁ SỰ THAY ĐỔI DÒNG CHẢY BÙN CÁT DO ẢNH HƯỞNG CÁC HỒ CHỨA TRÊN LƯU VỰC SÔNG CẢ

Lương Ngọc Chung[1], Lê Thanh Hà[1,*], Phạm Công Thành[1],
Nguyễn Thị Thanh Hằng[1], Lê Thúy Chiên[1], Nguyễn Trung Hiếu[1]

TÓM TẮT

Trên lưu vực sông Cả, với hệ thống hồ chứa phức tạp đã tác động rất lớn đến chế độ dòng chảy và bùn cát vùng hạ du, đặc biệt hạ thấp mực nước và mất cân bằng bùn cát. Nghiên cứu này đánh giá tác động của các hồ chứa thượng nguồn đến chế độ bùn cát tại các trạm thủy văn. Nghiên cứu đã sử dụng chuỗi số liệu thủy văn thực đo từ năm 1972 - 2021, kết quả cho thấy, lưu lượng bùn cát về hạ du sông Cả giảm đáng kể do bùn cát bị giữ lại trong lòng hồ, đặc biệt là trên dòng chính sông Cả, tại Trạm thủy văn Yên Thượng đã giảm từ 0,68 triệu tấn/năm.

Từ khóa: *Sông Cả, bùn cát, hồ chứa, trạm Yên Thượng.*

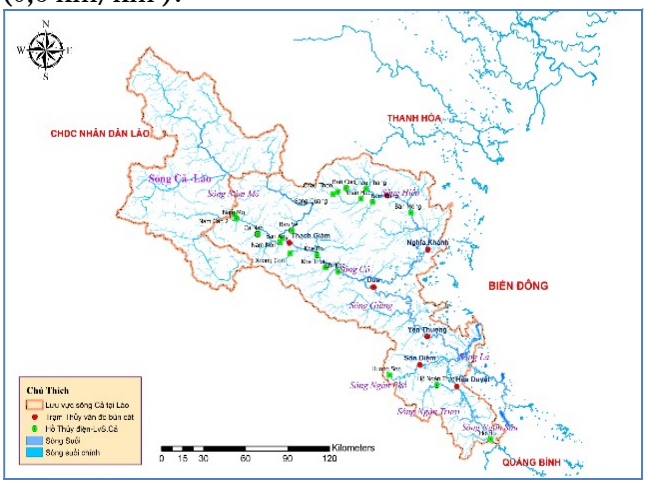
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nghiên cứu các hồ chứa ở trên thế giới cho thấy việc xây hồ chứa đã làm thay đổi dòng chảy và mực nước ở hạ lưu, cản trở quá trình vận chuyển trầm tích xuống hạ lưu, dẫn đến xói mòn sông, hạ thấp mực nước và các tác động khác do có sự thay đổi lưu lượng và giảm mạnh nguồn cung trầm tích. Việc giảm mạnh lượng phù sa di chuyển xuống hạ lưu đã khiến cho các đồng bằng châu thổ bị suy thoái, tạo điều kiện cho hiện tượng xâm thực diễn ra ngày càng mạnh mẽ [1].

Tại Việt Nam, trên lưu vực sông Ba, sau khi hồ Ba Hạ hoạt động thì tổng lượng bùn cát lơ lửng trung bình các năm tại trạm thủy văn Củng Sơn (cách hồ Ba Hạ khoảng 12 km về phía hạ lưu) giai đoạn trước và sau khi có hồ giảm đi đáng kể từ khoảng 2,5 triệu tấn/năm xuống còn khoảng 1 triệu tấn/năm [2]. Tương tự trên sông Chu (lưu vực sông Mã) tại trạm Xuân Khánh (hạ du hồ Cửa Đạt) tổng lượng bùn cát lơ lửng giai đoạn sau khi có hồ đã giảm 0,16 triệu tấn/năm so với giai đoạn trước khi có hồ.

Hiện nay, trên lưu vực sông Cả có hơn 20 hồ chứa, thủy điện lớn, nhỏ nên chế độ dòng chảy trên lưu vực sông Cả sẽ có biến động rất lớn khi các hồ chứa đi vào vận hành. Trong đó có 5 hồ chứa lớn trên dòng chính sông Cả gồm: Hồ thủy điện Bản Vẽ, Khe Bố, Chi Khê; trên sông Hiếu có hồ Bản Mồng; trên sông La có hồ Ngàn Trươi [3]. Mục đích của nghiên cứu này là đánh giá sự thay đổi chế độ dòng chảy bùn cát tại các trạm thủy văn ở hạ lưu các hồ chứa trong giai đoạn trước và sau khi các hồ hoạt động.

Lưu vực sông Cả là một trong chín lưu vực sông lớn của Việt nam, có diện tích 27.200 km^2, trải dài trên địa giới hành chính của hai nước Lào và Việt Nam. Diện tích lưu vực thuộc Việt Nam là 17.600 km^2 nằm trong hai tỉnh Nghệ An và Hà Tĩnh. Dòng chính sông Cả bắt nguồn từ dãy núi cao thuộc tỉnh Xiêng Khoảng, Lào có độ cao đỉnh núi 2.000 m, chảy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam vào Việt Nam, cách cửa biển 40 km chảy theo hướng Đông Nam đổ ra biển tại Cửa Hội. Chiều dài sông chính là 531 km; trong đó đoạn sông chảy qua lãnh thổ Lào là 170 km. Cùng với các sông như sông Hiếu, Giăng, La (Ngàn Sâu), sông Ngàn Phố, sông Ngàn Trươi tạo nên mạng lưới sông dày đặc (0,6 km/km^2).



Hình 1. Bản đồ vị trí hồ chứa thủy lợi, thủy điện lưu vực sông Cả

[1] Viện Quy hoạch Thủy lợi
[*] Email: lha122@gmail.com

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp phân tích, thống kê và phân phối một biến được sử dụng để đánh giá biến động dòng chảy bùn cát tại vùng hạ lưu các công trình sử dụng nước dựa vào chuỗi số liệu quan trắc được tại các trạm thủy văn trên lưu vực sông Cả từ năm 1972 - 2021.

Trong nghiên cứu này, đã tập trung phân tích và đánh giá các vấn: i) diễn biến dòng chảy bùn cát theo thời gian; ii) Lưu lượng dong chảy và dòng chảy bùn cát [4], [5].

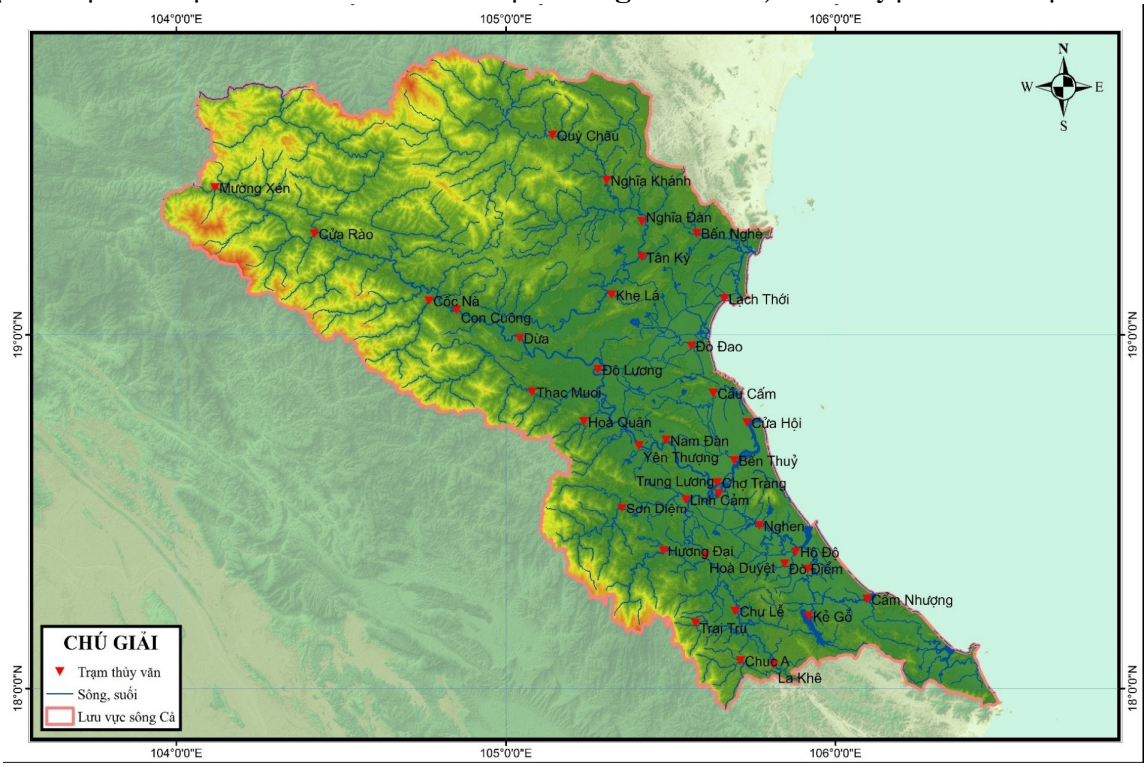
2.2. Số liệu nghiên cứu

Các số liệu được sử dụng trong nghiên cứu gồm: lưu lượng trung bình ngày, mực nước trung bình ngày và lưu lượng bùn cát lơ lửng ngày thực đo tại các trạm thủy văn. Chuỗi số liệu được chia thành hai giai đoạn nghiên cứu để đánh giá mức độ ảnh hưởng của từng hồ chứa đến hạ lưu của từng nhánh sông. Kết quả xác định mốc các năm bắt đầu có sự ảnh hưởng thay đổi tới diễn biến các yếu tố tại các trạm thủy văn (Bảng 1).

Bảng 1. Mốc thời gian ảnh hưởng của hồ chứa tại các trạm thủy văn

Sông	Trạm thủy văn	Giai đoạn bắt đầu ảnh hưởng của hồ chứa												
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Hiếu	Quỳ Châu Nghĩa Khánh						Bản Mồng					Nhạn Hạc A		
Cả	Dừa Yên Thượng	Bản Vẽ		Khe Bố			Nâm Mô	Nậm Nơn		Chi Khê				Ca Nan
Ngàn Phố	Sơn Diệm	Hương Sơn												
Ngàn Sâu	Hòa Duyệt	Hố Hô								Ngàn Trươi				

Trong nghiên cứu này đã sử dụng chuỗi số liệu thực đo tại các trạm từ năm 1972 - 2021 tại 6 trạm thủy văn: Dừa, Yên Thượng, Quỳ Châu, Nghĩa Khánh, Hòa Duyệt và Sơn Diệm.



Hình 2. Bản đồ lưới trạm thủy văn lưu vực sông Cả

3. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

3.1. Đặc điểm lưu lượng dòng chảy bùn cát

Dòng chảy bùn cát của sông Cả rất nhỏ. Nếu như ở sông Hồng, lượng ngậm cát bình quân ở Sơn Tây là 977 g/m^3 và trên sông Mã tại Cẩm Thủy đạt 402 g/m^3 thì ở sông Cả tại Yên Thượng lượng ngậm cát chỉ đạt 209,7 g/m^3, ứng với tổng lượng chất lơ lửng là 3,61.10^{6}m^3 năm, hệ số xâm thực là 157 tấn/năm.

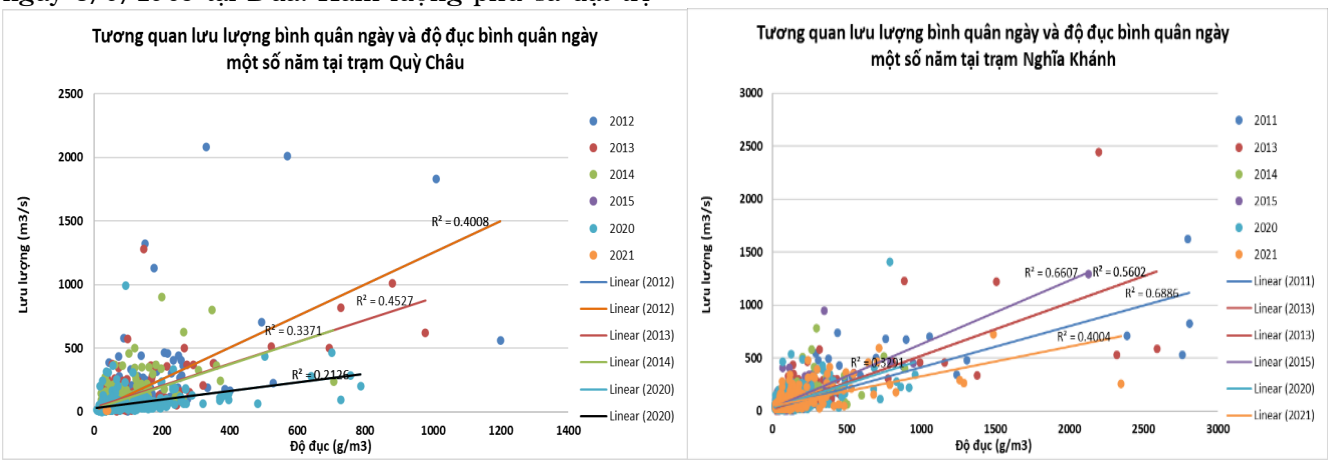
Các sông nhánh của sông Cả có lượng ngậm cát nhỏ hơn sông Hiếu tại Nghĩa Đàn, có lượng ngậm cát bình quân 152,4 g/m^3, tương ứng với tổng lượng chất lơ lửng là 0,43.10^6 tấn/năm. Sông Ngàn Phố tại Sơn Diệm, lượng ngậm cát bình quân là 124 g/m^3 và tổng lượng chất lơ lửng đạt 0,19.10^6/năm, tại Hoà Duyệt lượng ngậm cát là 128,3 g/m^3, tương ứng với tổng lượng chất lơ lửng là 0,52.10^6 tấn/năm.

Hàm lượng phù sa thường lớn nhất vào các tháng đầu mùa lũ 6, 7, 8, đôi khi hàm lượng này cũng lớn vào các tháng lũ lớn như tháng 9. Các tháng đầu mùa lũ lượng mưa ít, song có những trận mưa có cường độ lớn làm cho đất đá đang bị nứt nẻ, rời ra, hàm lượng phù sa rất lớn đạt tới 15,4 kg/m^3 tại Cửa Rào ngày 18/6/1966; 6,8 kg/m^3 ngày 3/9/1965 tại Dừa. Hàm lượng phù sa đạt trị số nhỏ nhất là vào các tháng mùa đông khi mà lượng mưa nhỏ. Hàm lượng phù sa chỉ đạt 0,2 g/m^3 tại Cửa Rào; 0,5 g/m^3 tại Dừa; 0,6 g/m^3 tại Yên Thượng. Tổng lượng phù sa không chỉ phụ thuộc hàm lượng phù sa mà còn phụ thuộc vào lưu lượng. Những năm lưu lượng nhỏ thì hàm lượng phù sa nhỏ như các năm 1969, 1976, 1977.

3.2. Quan hệ giữa lưu lượng dòng chảy và dòng chảy bùn cát tại các trạm thủy văn

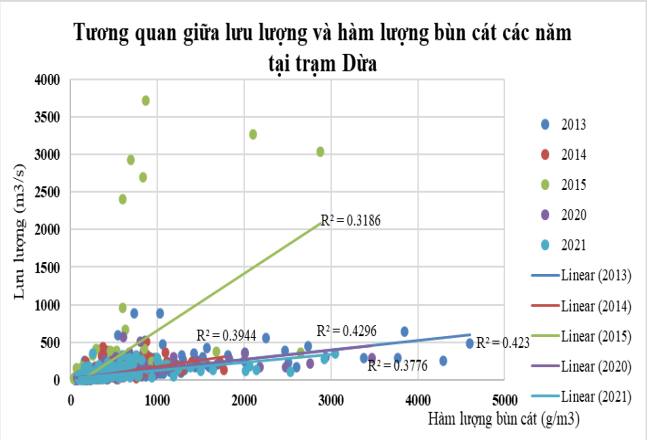
Để tính toán tương quan giữa lưu lượng dòng chảy và dòng chảy bùn cát cho các lưu vực sông tại trạm thủy văn, đã sử dụng những năm có số liệu lưu lượng dòng chảy ngày và số liệu bùn cát ngày. Do không có đủ số liệu ngày về 2 yếu tố này, chỉ tính tương quan dựa trên ít năm gần đây có đủ số liệu lưu lượng dòng chảy, độ đục ngày để tính toán, xác định tương quan giữa chúng.

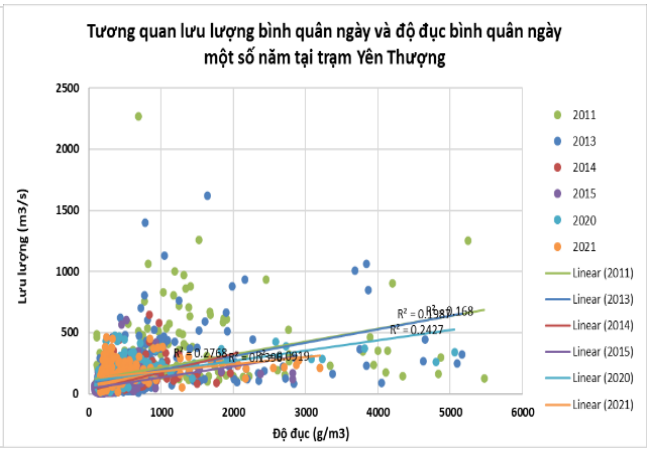
Xây dựng tương quan tại các trạm thủy văn trên lưu vực sông Hiếu, tại trạm thủy văn Quỳ Châu, hệ số tương quan R^2 dao động từ 0,33 - 0,45, tại trạm Thủy văn Nghĩa Khánh hệ số tương quan R^2 dao động từ 0,4 - 0,69 (Hình 3). Mức độ tương quan ở mức trung bình, có thể sử dụng để tính toán khả năng vận chuyển bùn cát thông qua số liệu đo đạc dòng chảy.



Hình 3. Tương quan giữa lưu lượng dòng chảy và hàm lượng bùn cát tại trạm Quỳ Châu và Nghĩa Khánh trên sông Hiếu

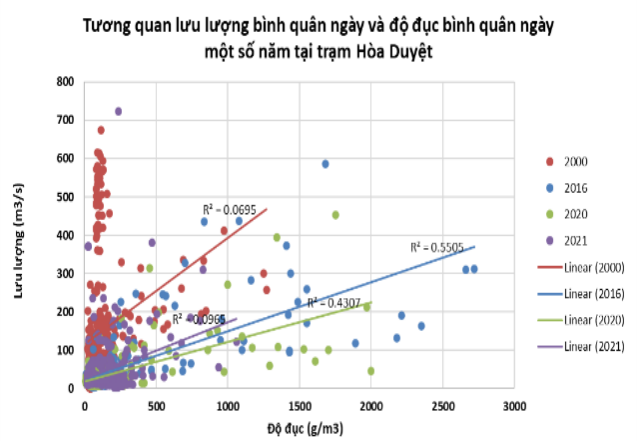
Trên lưu vực sông Cả, tại trạm Dừa hệ số R^2 dao động từ 0,32 - 0,43, tại Trạm Yên Thượng hệ số R^2 dao động từ 0,1 - 0,25 hệ số này rất thấp (Hình 4). Nó phản ánh sự xáo trộn rất lớn đến dòng chảy và khả năng vận chuyển bùn cát tại trạm thủy văn này, bởi đây là vị trí đo đạc sau ngã ba sông của sông Hiếu và dòng chính sông Cả, cùng với sự vận hành của rất nhiều hồ chứa phía thượng lưu.



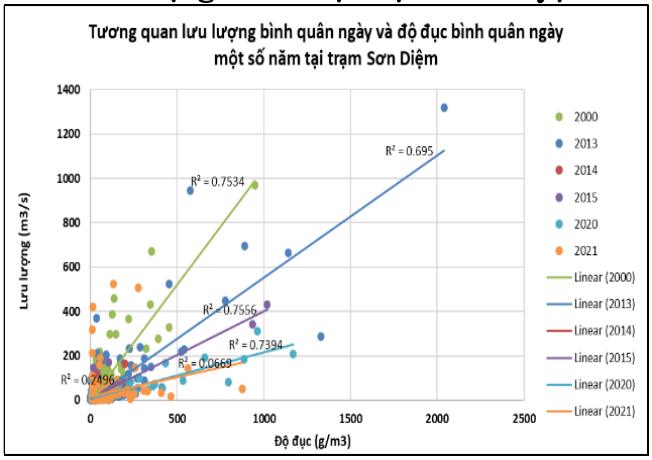


Hình 4. Tương quan giữa lưu lượng dòng chảy và hàm lượng bùn cát tại Trạm Dừa và Yên Thượng trên sông Cả

Tại trạm thủy văn Hòa Duyệt trên sông La (nhập lưu của sông Ngàn Sâu và sông ngàn Trươi), hệ số tương quan R^2 dao động từ 0,1 - 0,56, biến động rất lớn (Hình 5).



Hình 5. Tương quan giữa lưu lượng dòng chảy và hàm lượng bùn cát tại Trạm Hòa Duyệt



Hình 6. Tương quan giữa lưu lượng dòng chảy và hàm lượng bùn cát tại Trạm Sơn Diệm

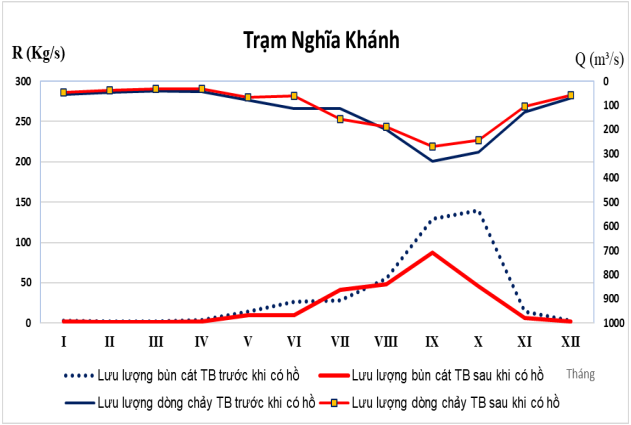
Tại Trạm thủy văn Sơn Diệm trên sông Ngàn Phố, hệ số R^2 dao động từ 0,6 - 0,7. Hệ số này cho thấy, mức độ tương quan giữa dòng chảy và độ đục trên sông Ngàn Phố tương đối tốt, có thể dùng để tính toán, nội suy từ dòng chảy ra khả năng vận chuyển bùn cát trên sông này.

Như vậy, do hệ số tương quan giữa lưu lượng nước và độ đục không cao nên không thể tính toán bồi lắng bùn cát hồ chứa trên lưu vực sông Hiếu và dòng chính sông Cả. Nhưng trên lưu vực sông Ngàn Sâu và Ngàn Phố có tương quan chặt chẽ, đây là những cơ sở quan trọng cho việc tính toán bồi lắng bùn cát hồ chứa phục vụ việc lập quy hoạch hệ thống các công trình thủy điện trên các lưu vực sông.

3.3. Biến động của bùn cát do ảnh hưởng của hồ chứa

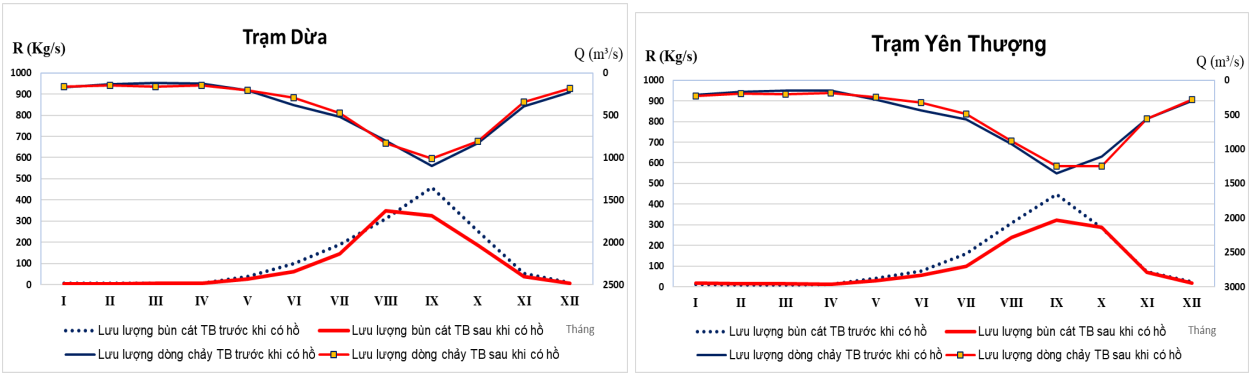
Kết quả thống kê tại các trạm thủy văn ở hạ lưu các hồ chứa cho thấy, sự biến động giữa giai đoạn trước khi có hồ và sau khi các hồ đi vào hoạt động như sau:

Trên lưu vực sông Hiếu, lưu lượng bùn cát tại trạm Nghĩa Khánh giai đoạn có hồ có xu thế giảm hơn so với giai đoạn chưa có hồ nhất là các tháng 10 đến tháng 11, độ đục trung bình tháng giảm từ 43 - 61% so với giai đoạn trước khi có hồ và có sự có sự dịch chuyển lưu lượng bùn cát trung bình tháng cao nhất, giai đoạn trước hồ là tháng 9 và giai đoạn sau hồ là tháng 10 (hình 7). Do ảnh hưởng của các hồ Nhãn Hạc A, Châu Thắng và Bản Mồng nên tổng lượng bùn cát lơ lửng trung bình năm sau khi có các hồ đã giảm 0,45 triệu tấn/năm so với khi chưa có các hồ.



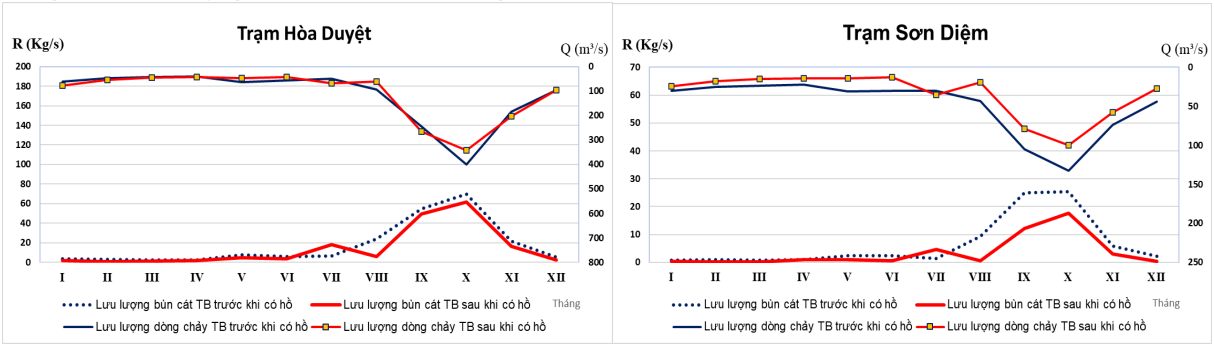
Hình 7. Lưu lượng bùn cát, lưu lượng nước trung bình tháng của 2 giai đoạn tính toán trên sông Hiếu

Trên dòng chính sông Cả tại trạm Dừa và Yên Thượng, lưu lượng bùn cát bình quân các tháng tại các trạm Dừa và Yên Thượng có xu thế giảm từ 10 - 33% so với giai đoạn trước khi có hồ chứa (Hình 8). Trong mùa lũ, khi các hồ chứa Bản Vẽ, Khe Bố bắt đầu đi vào hoạt động, thì lưu lượng bùn cát có xu thế giảm rõ rệt, đặt biệt vào tháng 9. Tại Trạm Dừa, xu thế dịch chuyển bùn cát tháng lớn nhất từ tháng 9 sang tháng 8. Đối với Trạm Yên Thượng, khi các hồ chứa thượng nguồn điều tiết nước, lưu lượng về mùa lũ giảm, lưu lượng bùn cát có xu thế giảm mạnh, đặc biệt trong thời đoạn lũ chính từ tháng 7 – 10 . Mặc khác, sau khi có sự hoạt động của các hồ chứa, khi lưu lượng giảm từ 10 - 20%, lưu lượng bùn cát tại 2 Trạm Dừa và Yên Thượng sụt giảm từ 15 - 20%, về mùa lũ còn giảm từ 20 - 37%. Do ảnh hưởng của các hồ nên tổng lượng bùn cát trung bình năm tại Dừa và Yên Thượng giai đoạn sau khi có các hồ đã giảm 0,68 triệu tấn/năm so với khi chưa có các hồ.



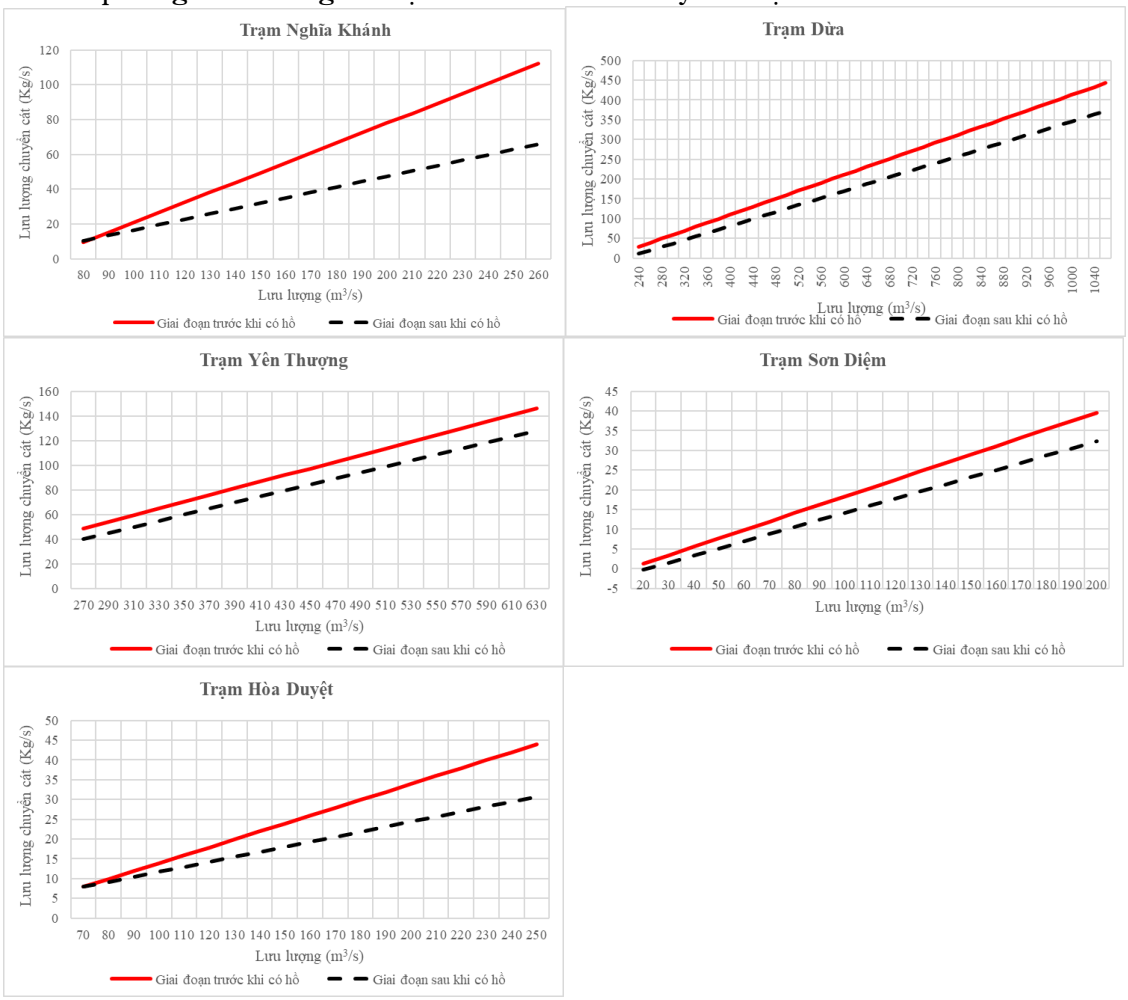
Hình 8. Lưu lượng bùn cát, nước trung bình tháng của 2 giai đoạn tính toán trên dòng chính sông Cả

Trên sông Ngàn Sâu và Ngàn Phố sau khi có hồ chứa Hương Sơn, Hố Hô, Ngàn Trươi đi vào vận hành, lưu lượng nước và lưu lượng bùn cát đều có xu thế giảm nhưng mức độ giảm khác nhau. Trên sông Ngàn Sâu tại trạm Hòa Duyệt khi lưu lượng nước giảm trung bình từ 20 - 35%, thì lưu lượng bùn cát suy giảm trung bình từ 25 - 40%; trên sông Ngàn Phố tại trạm Sơn Diệm, lưu lượng nước và lưu lượng bùn cát suy giảm mạnh vào tháng 7 - 12 khoảng từ 22 - 55%, lưu lượng bùn cát suy giảm từ 20 - 94% (Hình 9). Trong thời gian chuyển mùa từ mùa khô chuyển sang mùa lũ (tháng 7), lưu lượng bùn cát sau khi có hồ chứa có xu thế tăng điều này phù hợp với quy trình vận hành của các hồ chứa thượng nguồn, tuy nhiên sau đó vào thời điểm tháng 8 khi xu thế lưu lượng nước giảm thì lưu lượng bùn cát cũng suy giảm.



Hình 9. Lưu lượng bùn cát, nước trung bình tháng của 2 giai đoạn tính toán trên sông Ngàn Sâu và Ngàn Phố

Phân tích quan hệ giữa lưu lượng dòng chảy (Q) và lưu lượng bùn cát (Qs) trên các nhánh sông cho thấy, có sự giảm mạnh bùn cát lơ lửng ở hạ lưu trong giai đoạn sau khi có hồ chứa. Đường quan hệ giữa Q – Qs ở giai đoạn sau khi xây dựng các hồ chứa thấp đáng kể so với giai đoạn trước khi có hồ. Đồng thời khả năng mang bùn cát của dòng chảy vùng hạ lưu sông có xu hướng tăng các ở cấp lưu lượng nhỏ, giảm mạnh ở các cấp lưu lượng lượng (Hình 10). Như vậy, có thể thấy tác động rất lớn của hồ chứa đến lưu lượng bùn tại các trạm thủy văn hạ lưu hồ.



Hình 10. Quan hệ tương quan giữa lưu lượng bùn cát và lưu lượng nước trung bình nhiều năm trong 2 giai đoạn trước và sau khi có hồ

4. KẾT LUẬN

Qua kết quả phân tích và nghiên cứu trên khẳng định, lượng bùn cát giảm rất lớn dưới tác dụng của hồ chứa thượng nguồn trên sông Cả. Trong năm và trong mùa lũ, tổng lượng bùn cát lơ lửng tính toán tại các trạm thủy văn giai đoạn sau khi có hồ chứa giảm đi trung bình từ 10 - 40%, còn trong mùa kiệt là giảm từ 20 - 58%.

Đặc biệt trên lưu vực sông Hiếu tại trạm Quỳ Châu và Nghĩa Khánh trên sông Cả tại Dừa và Yên Thượng, tổng lượng bùn cát trung bình giai đoạn sau khi có hồ đã giảm đi 80,97% so với giai đoạn trước khi có hồ.

Hiện tượng độ đục, lưu lượng bùn cát lơ lửng trung bình năm giảm sau khi hồ các hồ đi vào hoạt động là phù hợp với diễn biến thay đổi chế độ bùn cát khi có hồ chứa vận hành ở phía thượng lưu. Việc giảm rất mạnh tổng lượng bùn cát lơ lửng cả năm sẽ khiến khu vực hạ lưu mất cân bằng nghiêm trọng. Và sự mất cân bằng bùn cát do hồ chứa thượng lưu đã giữ tại hồ sẽ gây ra các hiện tượng tiêu cực như xói lở lòng sông, bờ, bãi sông theo tự nhiên để có thể bù đắp lượng bùn cát thiếu hụt. Vì vậy, cần phải tiến hành nghiên cứu việc hạ

thấp đáy cũng như ảnh hưởng của xâm nhập mặn vùng hạ du khi có các hồ trên lưu vực sông Cả.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin gửi lời cảm ơn đến sự hỗ trợ của Đề tài "Nghiên cứu đánh giá, dự báo tác động của hạ thấp mực nước đến hiệu quả hoạt động của công trình thủy lợi vùng hạ du sông Cả và đề xuất các giải pháp khắc phục".

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. A.S. Trenhaile (1997). Coastal Dynamics and Landforms.

2. Nguyễn Tiền Giang (2015 - 2018). Đề tài nghiên cứu cơ sở khoa học để xác định cơ chế bồi lấp, sạt lở và đề xuất các giải pháp ổn định các cửa sông Đà Diễn và Đà Nông tỉnh Phú Yên phục vụ phát triển bền vững cơ sở hạ tầng và kinh tế xã hội.

3. Lương Ngọc Chung (2021). Đề tài Khoa học cấp Nhà nước *Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên lưu vực sông Cả phục vụ cấp nước và phòng chống lũ cho hạ du.*

4. Yunping Yang, Mingjin Zhang, Lingling Zhu, Wanli Liu, Jianqiao Han (2017). Scientific Reports . Influence of Large Reservoir Operation on Water-Levels and Flows in Reaches below Dam: Case Study of the Three Gorges Reservoir, https://www.nature.com/articles/s41598-017-15677-y. Accessed 20 Jun 2023

5. George Paschalidis, Petros Anagnostopoulos & Ilias IIordanidis (2021). Project: Discharge and Sediment Transport in a River Basin. Assessment Before and After the Construction of a Dam at the Upper Basin Boundary. Department of Civil Engineering, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece, https://www.researchgate.net/publication/349072334_Discharge_and_Sediment_Transport_in_a_River_Basin_Assessment_Before_and_After_the_Construction_of_a_Dam_at_the_Upper_Basin_Boundary. Accessed 26 Jun 2023.

CASE STUDY: ASSESSMENT OF THE SEDIMENT FLOW CHANGE BY IMPACT OF RESERVOIRS IN THE CA RIVER BASIN

Luong Ngoc Chung[1], Le Thanh Ha[1], Pham Cong Thanh[1], Nguyen Thi Thanh Hang[1], Le Thuy Chien[1], Nguyen Trung Hieu[1]

[1]Water Resources Planning Institute

Summary

In the Ca river basin, with a complex system of terraced reservoirs, it has greatly affected the flow and sediment regime in the lowland areas, especially the decrease in river bed height in the downstream area affects the water intake of the industrial parks. along the river in season. The main research is to assess the impact of upstream reservoirs on the sediment regime at hydrological stations. Research used suspended sediment data measured at the hydrological stations from 1972 to 2021. The results show that the system of these reservoirs has a huge impact to the sedimentation regime, especially the average amount of sediment in the period before and after operation reservoir reduced 0.68 million tons per year.

Keywords: *Ca River, discharge, Sediment regime, suspended sediment, Yen Thuong station.*

Người phản biện: PGS.TS. Hồ Việt Cường
Ngày nhận bài: 17/7/2023
Ngày thông qua phản biện: 17/8/2023
Ngày duyệt đăng: 24/8/2023

ĐÁNH GIÁ PHÂN BỐ XÓI MÒN ĐẤT VÀ VẬN CHUYỂN BÙN CÁT TRÊN LƯU VỰC HỒ CHỨA PLEIKRONG, TỈNH KON TUM

Đỗ Xuân Khánh[1,*], Nguyễn Thu Hiền[1]

TÓM TẮT

Việc nghiên cứu đánh giá nguy cơ xói mòn đất và vận chuyển bùn cát trên lưu vực thượng lưu của các hồ chứa có một ý nghĩa quan trọng trong việc quản lý bồi lắng hồ chứa. Trong nghiên cứu này, mô hình SWAT và GIS đã được áp dụng để xác định vận chuyển bùn cát và xây dựng bản đồ phân vùng mức độ xói mòn trên lưu vực hồ Pleikrong. Kết quả tính toán cho thấy, lượng bùn cát tới hồ dao động trong khoảng từ 1,067 x 10^6 tấn/năm - 16,232 x 10^6 tấn/năm, với giá trị trung bình là 5,435 x 10^6 tấn/năm. Khu vực bị xói mòn mạnh tập trung chủ yếu ở thượng nguồn lưu vực hồ Pleikrong với mức độ xói mòn lớn nhất là 61,41 tấn/ha/năm. Kết quả nghiên cứu có một ý nghĩa thực tiễn quan trọng trong việc quản lý lưu vực và đề xuất những giải pháp giảm thiểu nguy cơ xói mòn đất gây bồi lắng hồ chứa.

Từ khóa: *Xói mòn đất, bồi lắng hồ chứa, bùn cát, SWAT.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trên lưu vực sông, bùn cát được vận chuyển từ khu vực đồi núi tới đồng bằng qua hệ thống sông suối. Việc xây dựng các các hồ chứa bởi các đập chắn ngang sông đã làm gián đoạn dòng chảy tự nhiên, gây bồi lắng ở thượng lưu hồ chứa. Lượng bùn cát bồi lắng này làm suy giảm dung tích hồ và ảnh hưởng đến hiệu quả hoạt động của hồ. Lượng bùn cát gây bồi lắng có thể đến từ lòng sông, sạt lở bờ hồ và một phần rất lớn đến từ hiện tượng xói mòn đất trên phạm vi lưu vực.

Để có thể giảm thiểu ảnh hưởng của xói mòn đất đối với vấn đề bồi lắng hồ chứa nói riêng và các hoạt động kinh tế xã hội nói chung, cần có sự phối hợp để lập kế hoạch và thực hiện bảo tồn đất và nước. Phương pháp kiểm tra và giám sát một cách liên tục sự hình thành dòng chảy và dòng chảy bùn cát trên bề mặt lưu vực là một trong những phương pháp đã được áp dụng tại một số khu vực trên thế giới. Tuy nhiên, đây là một phương pháp không được phổ biến và ít khả thi do vấn đề về kinh phí và thời gian [1], [2]. Nghiên cứu đã đề xuất một phương thức quản lý xói mòn lưu vực hiệu quả hơn thông qua việc xác định những khu vực có tiềm năng xói mòn đất lớn và áp dụng các giải pháp canh tác phù hợp để giảm thiểu.

Hiện nay, với sự ra đời của các mô hình toán thủy văn bùn cát, đặc biệt là các mô hình phân bố đã giúp việc xác định các khu vực có nguy cơ xói mòn cao và tính toán lượng vận chuyển bùn cát trên phạm vi lưu vực trở nên thuận tiện và chính xác hơn. Các mô hình điển hình có thể kể đến SWAT (Soil Water Assessment Tool) hay WEPP (Water Erosion Prediction Project). Các mô hình này dựa trên bản chất vật lý kết hợp với công nghệ viễn thám và hệ thống thông tin địa lý đã giúp nâng cao khả năng mô phỏng các quá trình thủy văn trên phạm vi lưu vực. Trong nhiên cứu của Dutta và cs (2008) [3], đã sử dụng mô hình SWAT để đánh giá xói mòn đất và lưu lượng bùn cát đến hồ Hirakud trên sông Mahanadi, Ấn Độ. Kết quả chỉ ra rằng, 34% diện tích lưu vực hồ có tiềm năng xói mòn từ cấp mạnh đến rất mạnh. Mohammad và cs (2016) [4] đã sử dụng đồng thời hai mô hình là (SWAT) và (WEPP) để xác định lượng bùn cát đến hồ chứa Duhok phía Bắc Iraq trong giai đoạn 1988 - 2011. Kết quả mô phỏng dòng chảy bùn cát cho thấy, sức tải bùn cát giao động từ 50 - 1.400 tấn/km^2/năm phụ thuộc vào tính chất của các tiểu lưu vực. Lượng bùn cát ước tính vận chuyển tới hồ Duhok trong giai đoạn năm 1988 - 2011 vào khoảng 2,9 x10^6 tấn. Tại Việt Nam, đã có một số nghiên cứu tiêu biểu như của Nguyễn Thị Tịnh Âu và cs (2013) [5] về đánh giá dòng chảy trên sông Đak Bla trên lưu vực sông Sê San, tỉnh Kon Tum

[1] Trường Đại học Thủy lợi
[*] Email: khanh.thuyluc@tlu.edu.vn

Lê Hoàng Tú và cs (2021) [6] về phân vùng tài nguyên nước mặt và xói mòn đất tại tỉnh Gia Lai. Các nghiên cứu này đã phần nào chứng minh được tính hiệu quả của mô SWAT trong việc tính toán dòng chảy và dòng chảy bùn cát trên các lưu vực tại Việt Nam nói chung và lưu vực sông Sê san nói riêng [5], [6]. So với những mô hình mưa dòng chảy bùn cát khác, mô hình SWAT có nhiều ưu điểm nổi bật. Đây là mô hình bán phân bố có thể mô phỏng sự tác động của việc thay đổi sử dụng đất, khí hậu, quản lý sử dụng đất… đến dòng chảy và dòng chảy bùn cát. Ngoài ra, giao diện SWAT được tích hợp với GIS sẽ giúp người sử dụng thuận tiện trong việc xử lý các dữ liệu về không gian. Cuối cùng SWAT là mô hình theo thời gian với bước thời gian có thể là ngày, tháng, năm cho phép mô hình hóa nhiều quá trình vật lý diễn ra liên tục và tích tụ trên lưu vực trong thời gian dài [7]. Mô hình SWAT rất phù hợp khi mô phỏng các lưu vực vừa và nhỏ.

Việc nghiên cứu đánh giá nguy cơ xói mòn đất và vận chuyển bùn cát trên lưu vực thượng lưu của các hồ chứa có một ý nghĩa quan trọng trong việc quản lý bồi lắng hồ chứa và là cơ sở để đưa ra các giải pháp giảm thiểu bồi lắng hồ chứa, phát huy hiệu quả hoạt động và kéo dài tuổi thọ công trình. Trong nghiên cứu này, mô hình SWAT đã được áp dụng để tiến hành đánh giá nguy cơ xói mòn đất và vận chuyển bùn cát trên lưu vực hồ Pleikrong Kom Tum. Kết quả của nghiên cứu sẽ bao gồm việc mô tả dòng chảy bùn cát đến hồ theo thời gian và giúp nhận diện những tiểu lưu vực có nguy cơ xói mòn cao theo không gian. Đây là cơ sở giúp cho các nhà quản lý có thể đề xuất những giải pháp khai thác lưu vực phù hợp giảm thiểu nguy cơ xói mòn đất gây bồi lắng hồ chứa.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ CƠ SỞ DỮ LIỆU

2.1. Phương pháp nghiên cứu

SWAT là mô hình thủy văn bán phân bố được xây dựng bởi Trung tâm Phục vụ nghiên cứu nông nghiệp (Agricultural Research Service) thuộc Bộ Nông nghiệp Hoa Kỳ (United States Department of Agriculture) và Trung tâm Nghiên cứu nông nghiệp (Texas A&M AgriLife Research) thuộc Đại học Texas A&M, Hoa Kỳ vào đầu những năm 1990. Mô hình SWAT được xây dựng dựa trên các dữ liệu đầu vào dạng không gian như bản đồ địa hình, bản đồ sử dụng đất, bản đồ đất. Mô hình SWAT sẽ phân chia lưu vực thành các tiểu lưu vực dựa trên bản đồ cao độ số (DEM) để mô phỏng dòng chảy mặt trên các hệ thống sông nhánh nằm trong các tiểu lưu vực. Các tiểu lưu vực này sau đó sẽ tiếp tục được phân chia thành các loại đơn vị phản ứng thủy văn (HRUs) trong đó mỗi loại sẽ có tính chất đồng nhất ở sự kết hợp cùng một hình thức sử dụng đất, loại đất và độ dốc trung bình. Các tham số về khí hậu của mô hình bao gồm: mưa, nhiệt độ, tốc độ gió, số giờ nắng. Mô hình SWAT sẽ tính toán dòng chảy mặt và bùn cát ở cấp độ HRU và sau đó sẽ trung bình hóa cho cấp độ tiểu lưu vực và sẽ truyền đến cửa ra lưu vực qua hệ thống dòng chảy.

Trong mô hình SWAT, dòng chảy mặt theo bước thời gian ngày sẽ được tính toán dựa trên phương pháp đường cong SCS - CN, theo đó dòng chảy là một hàm của thảm phủ, độ thấm của đất và độ ẩm đất. Hệ số CN thấp sẽ cho tiềm năng sinh dòng chảy mặt thấp và ngược lại. Đối với tính toán lan truyền dòng chảy, người sử dụng có thể dùng phương pháp hệ số lưu trữ biến đổi hay phương pháp Muskingum. Lưu lượng đỉnh của dòng chảy mặt được mô phỏng theo phương pháp tỷ lệ. Bốc thoát hơi tiềm năng (PET) có thể được tính bằng ba phương pháp là Penman–Monteith, Hargreaves hay Priestley-Taylor.

Chu trình thủy văn được mô tả trong mô hình SWAT dựa trên phương trình cân bằng nước tổng quát như sau:

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^{t}\left(R_{day} - Q_{surf} - E_a - W_{seep} - Q_{gw}\right) \quad (1)$$

Trong đó: SW_o: Tổng lượng nước ban đầu tại ngày thứ I (mm); t: Thời gian ($ngày$); R_{day}: Tổng lượng mưa ngày thứ i (mm); Q_{surf}: Tổng lượng nước mặt của ngày thứ i (mm); E_a: Lượng thoát hơi ngày thứ i (mm); W_{seep}: Lượng nước đi vào tầng ngầm tại ngày thứ i (mm); Q_{gw}: Lượng nước hồi qui tại ngày thứ i (mm).

Khả năng xói mòn của bề mặt lưu vực phụ thuộc vào dòng chảy mặt và sát mặt, cấu trúc đất, điều kiện thảm phủ cũng như đặc điểm canh tác, sử dụng và bảo vệ đất. Các yếu tố này được thể hiện trong phương trình sửa đổi mất đất phổ dụng (MUSLE) như sau.

$$sed = 11.8 \times (Q_{surf} \times q_{peak} \times area_{hru})^{0.56} \times K_{USLE} \times C_{USLE} \times P_{USLE} \times LS_{USLE} \times CFRG$$

Trong đó sed (sediment yield) là lượng bùn cát trong 1 ngày (tấn), Q_{surf} (surface runoff volume) là lớp dòng chảy mặt trên một ha (mm H_2O/ha), q_{peak} (peak surface rate) là lưu lượng đỉnh (m^3/s), *areahru* là diện tích của HRU (ha), K_{USLE} (USLE erodibility factor) là hệ số xói USLE (0,013 tấn m^2 giờ/(m^3 tấn cm)),C_{USLE} (USLE cover and management factor) là hệ số bao phủ và quản lý USLE, P_{USLE} (USLE support practice factor) là hệ số ảnh hưởng của các giải pháp hỗ trợ, L_{SUSLE} (USLE topography factor) là hệ số ảnh hưởng của địa hình USLE và *CFRG* (coarse fragment factor) là hệ số ảnh hưởng của độ thô thành phần hạt.

2.2. Lưu vực hồ Pleikrong và cơ sở dữ liệu đầu vào cho mô hình SWAT

Hồ thủy điện Plei Krông được xây dựng trên dòng Krông Pô Kô, một phụ lưu cấp 2 của sông Sê San, tại xã Sa Bình, huyện Sa Thầy và xã Kroong, thành phố Kon Tum, tỉnh Kon Tum, Việt Nam. Công trình có nhiệm vụ phát điện với công suất 100MW với 2 tổ máy, khởi công tháng 11/2003, hoàn thành tháng 05/2009. Diện tích lưu vực hồ là 3.216 km^2 với lưu lượng trung bình nhiều năm là 128 m^3/s. và lưu lượng lũ thiết kế là 7.063 m^3/s. Hồ có dung tích 1.048,7 triệu m^3 trong đó dung tích hữu ích là 948 triệu m^3 và dung tích chết là 100,7 triệu m^3. Diện tích mặt hồ tự nhiên ứng với mực nước dâng bình thường là 53,28 km^2.

Từ khi đưa vào vận hành đến thời điểm nghiên cứu, đơn vị quản lý vận hành hồ - Công ty Thủy điện Ialy đã tiến hành 3 chu kì đo đạc địa hình lòng hồ (Chu kì 1 vào năm 2010, chu kì 2 vào năm 2015 và chu kì 3 vào năm 2018). Kết quả khảo sát đo đạc cho thấy trong 8 năm tiến hành quan trắc, tổng lượng bùn cát bồi lắng trong hồ là 47 triệu m^3, bằng khoảng một nửa dung tích chết của hồ. Kết quả khảo sát cũng chỉ ra rằng, lòng hồ tại vị trí gần cửa nhận nước cũng đã bị bồi lắng tới xấp xỉ cao trình cửa vào. Điều đó có nghĩa là nếu không có những biện pháp quản lý kịp thời, đặc biệt là các biện pháp quản lý xói mòn đất có tính chất bền vững trên phạm vi lưu vực, chỉ trong thời gian ngắn sắp tới hiện tượng bồi lắng bùn cát sẽ diễn tiến ngày càng nghiêm trọng gây ảnh hưởng đến công suất phát điện và công tác vận hành hồ.

Để mô phỏng diễn dòng chảy bùn cát cho lưu vực hồ chứa Pleikrong dữ liệu đầu vào của mô hình SWAT vào bao gồm:

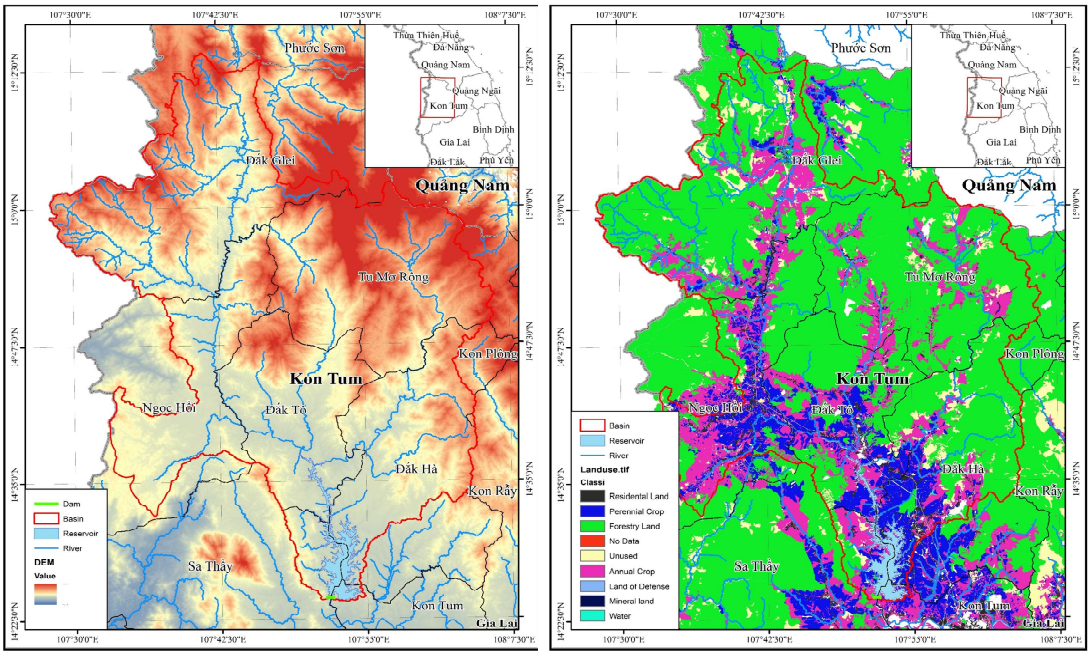
- Bản đồ cao độ số DEM: Dữ liệu địa hình thu thập được dưới dạng bản đồ cao độ số (DEM) có độ phân giải tương đối tốt 30 x 30 m và được download hoàn toàn miễn phí từ trang web của USGS (Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ). Bản đồ DEM được sử dụng để phân chia lưu vực và để phân tích dòng chảy bề mặt. Khu vực nghiên cứu có cao độ lớn nhất là 2.410 m và cao độ thấp nhất là 517 m.

- Bản đồ thổ nhưỡng: FAO và Viện Nghiên cứu Ứng dụng Phân tích hệ thống Quốc tế đã kết hợp những thông tin cập nhật về tình trạng đất đai của các quốc gia và vùng lãnh thổ trên toàn thế giới cùng với Bản đồ Đất thế giới của FAO – UNESCO để tạo thành một Cơ sở dữ liệu Đất Thế giới (Harmonized World Soil Database – HWSD). Có thể thấy tại khu vực này loại đất chiếm số lượng lớn nhất là Ferralic Acrisols.

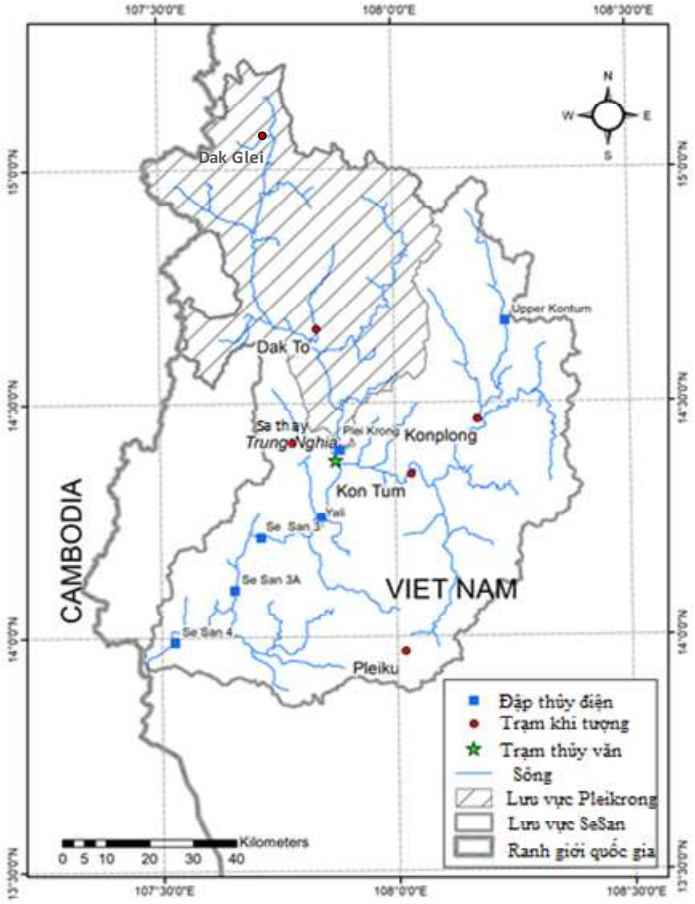
- Bản đồ sử dụng đất: Nghiên cứu bản đồ sử dụng đất toàn cầu của Trung tâm Khảo sát địa chất Quốc gia Hoa kỳ (The U.S. Geological Survey - USGS), có thể thấy diện tích đất rừng chiếm tỷ trọng lớn nhất, tiếp sau đó là đất trồng cây hàng năm, cây lâu năm, đất đô thị và các loại hình sử dụng đất khác.

- Các số liệu về khí tượng (mưa, nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gió) theo thời gian làm đầu vào của mô hình được trích dẫn từ các trạm khí tượng thủy văn thuộc lưu vực và khu vực lân cận. Số liệu này sẽ giúp mô hình SWAT mô phỏng điều kiện khí tượng tương đồng cho khu vực nghiên cứu. Số lượng các trạm càng lớn, mật độ các trạm càng dày và liệt kê số liệu tin cậy sẽ càng làm tăng độ chính xác cho mô hình khi tính toán xói mòn đất và vận chuyển bùn cát. Nghiên cứu tiến hành lựa chọn các trạm đo nằm xung quanh khu vực nghiên cứu bao gồm: 1) Số liệu mưa ngày thực đo tại 5 trạm Đăk Glei, Đăk Tô, Kon Plông, Kon Tum và Sa Thầy trong giai đoạn từ năm 1988 – 2019; 2) Số liệu nhiệt độ không khí, độ ẩm tương đối và tốc độ gió được đo tại trạm Đăk Tô trong giai đoạn từ năm 1988 - 2019. Đây đều là các trạm khí tượng

thủy văn trực thuộc Tổng cục Khí tượng thủy văn có liệt số liệu đủ dài và phù hợp với mục tiêu nghiên cứu.



Hình 1. Bản đồ DEM và bản đồ sử dụng đất lưu vực hồ Pleikrong



Hình 2. Vị trí các trạm khí tượng thủy văn trên lưu vực hồ Pleikrong

Số liệu dòng chảy và bùn cát được lấy tại Trạm Trung Nghĩa trong giai đoạn năm 1991 - 1997 dùng cho quá trình hiệu chỉnh mô hình. Số liệu dòng chảy đến hồ năm 2010 - 2018 và tổng lượng bùn cát bồi lắng trong giai đoạn năm 2010 - 2018 sẽ được sử dụng cho quá trình kiểm định mô hình.

Trong nghiên cứu này, phương pháp SCS - CN được lựa chọn để tính toán dòng chảy mặt. Phương pháp Penman-Monteith được sử dụng để ước tính lượng bốc thoát hơi tiềm năng PET bởi theo Allen và cs (1989) [8] đây là phương pháp tốt nhất để tính toán khi có đầy đủ số liệu khí tượng. Một ưu điểm nữa của phương pháp này so với 2 phương pháp còn lại trong SWAT đó là phương pháp này cho kết quả tốt hơn khi xét đến các kịch bản thời tiết khác nhau [9], [10]. Phương pháp Muskingum được sử dụng để tính toán lan truyền dòng chảy và phương trình mũ Bagnold và cs. 1977 [11] được sử dụng để tính vận chuyển bùn cát trên các nhánh sông.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình có thể thực hiện một cách tự động thông qua mô hình SWAT-CUP hoặc có thể thực hiện thủ công nhờ vào kinh nghiệm của người sử dụng. Đánh giá kết quả mô phỏng là một bước vô cùng quan trọng để kiểm tra tính phù hợp của mô hình. Trong nghiên cứu này, các hệ số bao gồm hệ số Nash (NSE), hệ số tương quan R^2, hệ số cân bằng tổng lượng PBIAS sẽ được sử dụng để xác định tượng quan giữa giá trị mô phỏng và thực đo để đánh giá chất lượng của mô hình. Theo nghiên cứu của Moriasi và cs (2007) [12], mô hình được coi là có tương quan giữa giá trị thực đo và mô phỏng tốt nếu giá trị NSE và R^2 lớn hơn 0,6 đối với bước thời gian tháng. Moriasi và nnk. 2007 [12], cũng cho rằng, mô hình thiết lập được coi là phù hợp với thực tế khi PBIAS=Ơ25% đối với dòng chảy và PBIAS=Ơ55% đối với dòng chảy bùn cát. Trong nghiên cứu này đã sử dụng phần mềm SWAT-CUP để hiệu chỉnh các tham số cho dòng chảy và phương pháp kinh nghiệm để điều chỉnh các tham số cho dòng chảy bùn cát. Phạm vi và giá trị tối ưu của các thông số hiệu chỉnh cho dòng chảy và dòng chảy bùn cát được thể hiện lần lượt qua bảng 1 và 2.

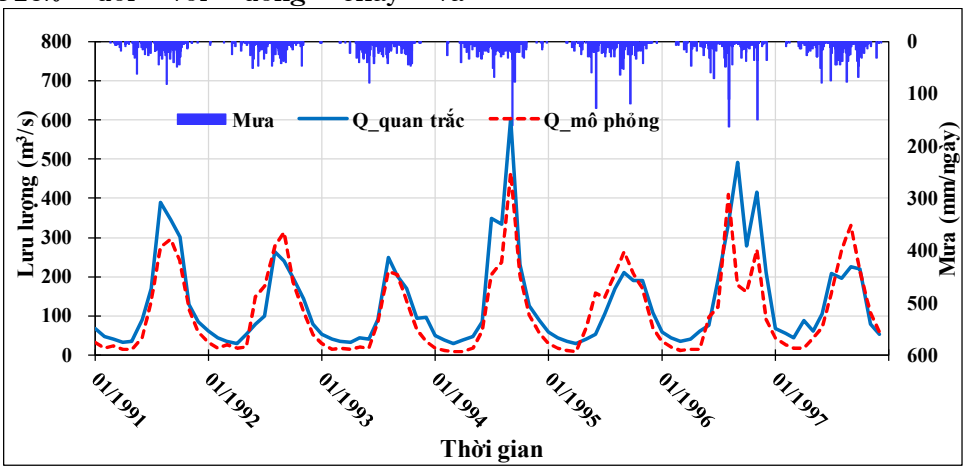
Bảng 1: Khoảng giá trị và giá trị của các thông số sau khi hiệu chỉnh

Tham số	min	max	best_par
R_CN2	-0.094	-0.191	-0.014
R_ALPHA_BF	0.33	0.139	0.221
R_GW_DELAY	-0.285	-0.460	-0.259
R_GWQMN	-0.194	0.064	0.247

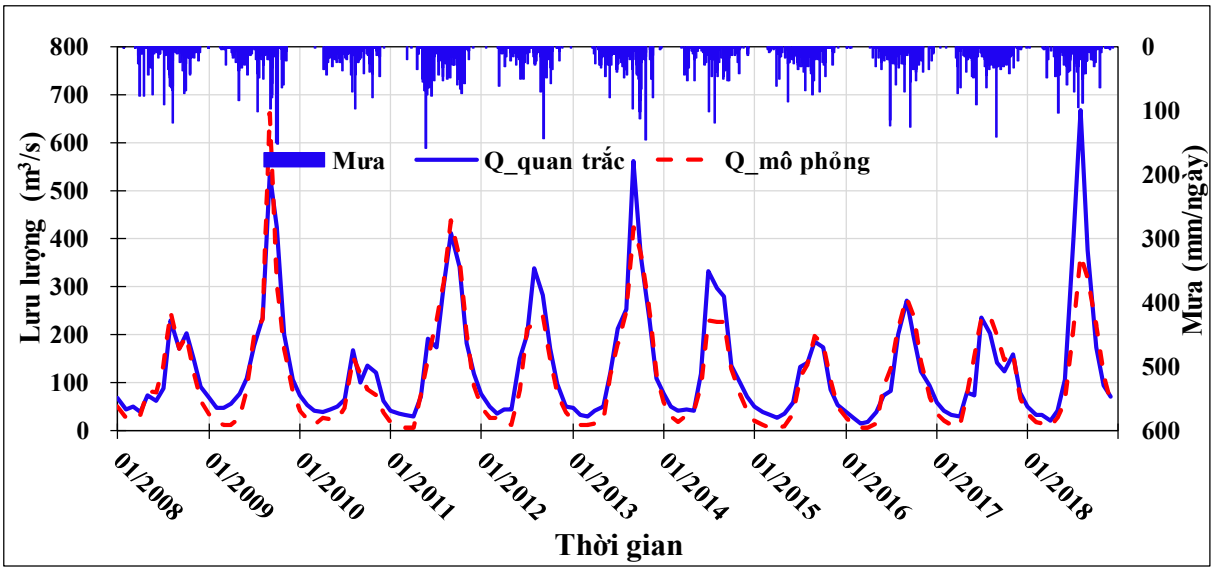
Bảng 2: Giá trị các tham số hiệu chỉnh dòng chảy bùn cát

Tham số	Giá trị
V_SPCON	0,0001
V_SPEXP	1,5
V_USLE_P	0,9

Hình 3 so sánh dòng chảy mô phỏng với dòng chảy thực đo tại trạm Trung Nghĩa trong giai đoạn hiệu chỉnh (1991 - 1997) và hình 4 so sánh dòng chảy mô phỏng với dòng chảy thực đo đến hồ trong giai đoạn kiểm định (2008 - 2018). Kết quả cho thấy, giá trị lưu lượng đỉnh mô phỏng khá sát với giá trị thực đo. Giá trị hệ số tương quan R^2=0,76 và 0,85 tương ứng với giai đoạn hiệu chỉnh và kiểm định cho thấy mối quan hệ chặt chẽ giữa giá trị thực đo và mô phỏng cho hầu hết các tháng.



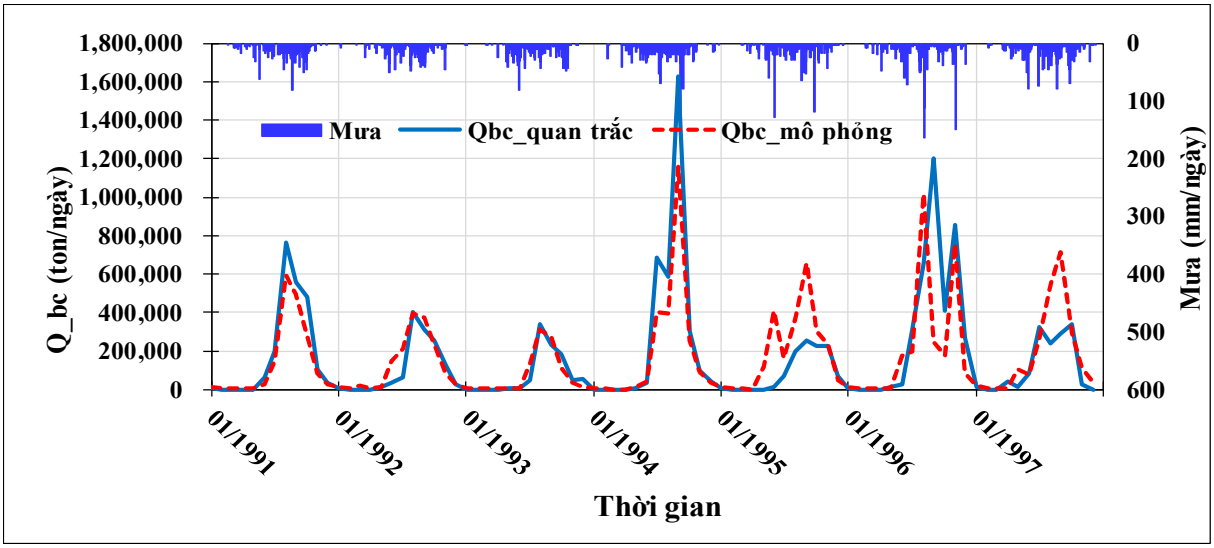
Hình 3. Đường quá trình dòng chảy thực đo và mô phỏng tại Trạm Trung Nghĩa giai đoạn hiệu chỉnh mô hình năm 1991 - 1997



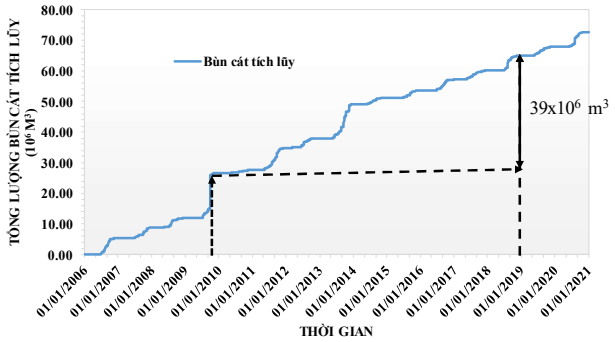
Hình 4. Đường quá trình dòng chảy thực đo và mô phỏng giai đoạn kiểm định mô hình năm 2008 - 2018

Bên cạnh đó, giá trị NSE trong quá trình hiệu chỉnh và kiểm định lần lượt là 0,71 và 0,84 cũng cho thấy kết quả mô phỏng là rất tốt. Giá trị PBIAS giữa dòng chảy mô phỏng và thực đo lần lượt là 18 và 13% cho quá trình hiệu chỉnh và kiểm định. Đối chiếu với các tiêu chuẩn đánh giá chất lượng của mô hình bởi Moriasi và cs (2007) [12] có thể thấy mô hinh SWAT thiết lập cho hồ Pleikrong ở mức tốt khi mô phỏng dòng chảy đến hồ.

Đối với quá trình hiệu chỉnh và kiểm định cho dòng chảy bùn cát, nghiên cứu tính toán cho cùng một giai đoạn với quá trình hiệu chỉnh và kiểm định cho dòng chảy. Trước tiên trong quá trình hiệu chỉnh, dòng chảy bùn cát được tính toán bằng mô hình SWAT sẽ được so sánh với giá trị thực đo với đơn vị là tấn/ngày. Giá trị NSE và R^2 trong quá trình hiệu chỉnh lần lượt là 0,65 và 0,66 (Hình 5). Trong quá trình kiểm định mô hình, nghiên cứu sẽ tiến hành so sánh tổng lượng bùn cát bị bồi lắng trong hồ trong giai đoạn 2010 - 2018 thay vì so sánh lưu lượng bùn cát như trong quá trình hiệu chỉnh do không có số liệu nồng độ bùn cát tại Trạm Trung Nghĩa sau khi xây hồ Pleikrong. Kết quả cho thấy, tổng lượng bùn cát bồi lắng mô phỏng trong giai đoạn năm 2010 - 2018 là xấp xỉ $39x10^6$ m^3 thấp hơn 17% so với lượng bùn cát bồi lắng thực đo 47 x 10^6 m^3. (Hình 6)



Hình 5. Đường quá trình dòng chảy bùn cát thực đo và mô phỏng giai đoạn hiệu chỉnh mô hình năm 1991 - 1997

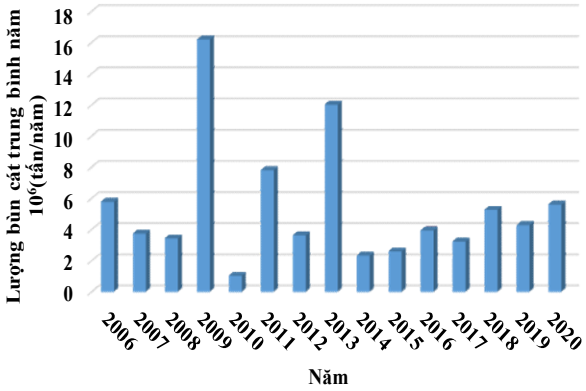


Hình 6. Tổng lượng bùn cát bồi lắng tích lũy tại hồ Pleikrong giai đoạn năm 2006 - 2020

3.2. Kết quả và thảo luận

Sau khi mô hình đã được hiệu chỉnh và kiểm định cho dòng chảy và dòng chảy bùn cát, nghiên cứu tiến hành mô phỏng dòng chảy bùn cát đến hồ và tình hình xói mòn trên lưu vực cho giai đoạn 2006-2020 của lưu vực hồ Pleikrong.

Hình 7 thể hiện tổng lượng bùn cát đến hồ cho các năm từ 2006 - 2020. Kết quả tính toán cho thấy, lượng bùn cát tới hồ dao động trong khoảng từ 1,067 x 10^6 tấn/năm đến 16,232x10^6 tấn/năm, với giá trị trung bình là 5,435 x 10^6 tấn/năm.



Hình 7. Lượng bùn cát trung bình năm tới hồ Pleikrong giai đoạn năm 2006 - 2020

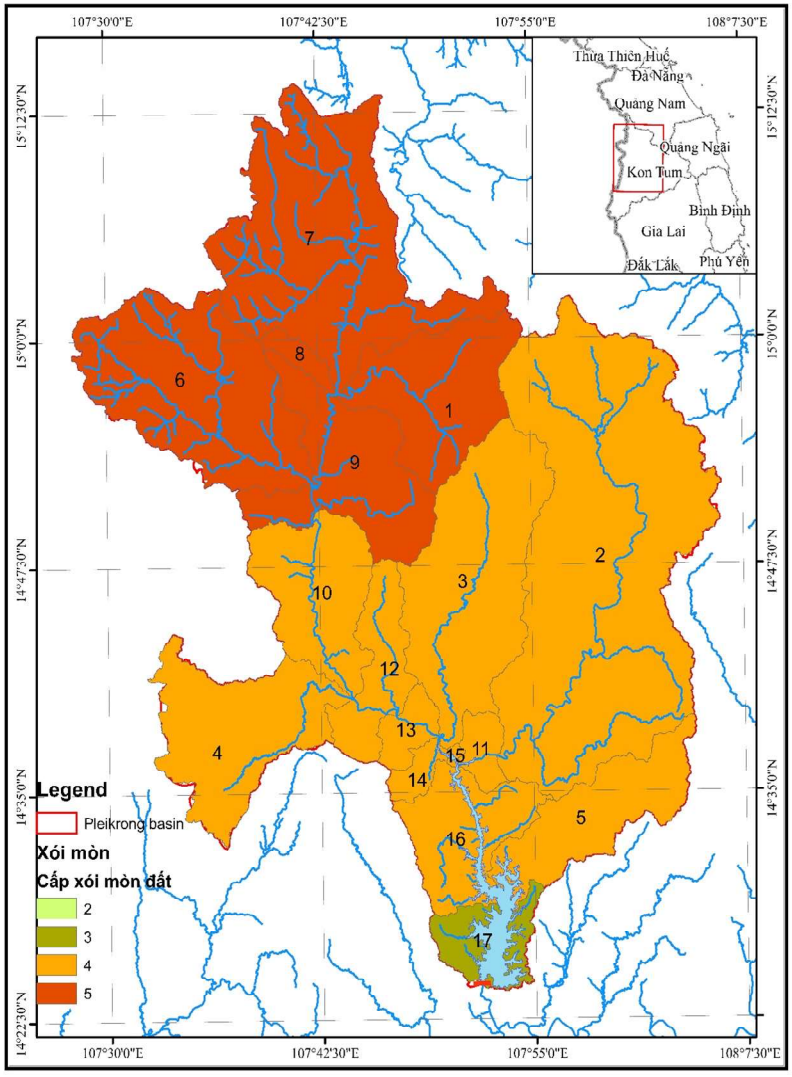
Để xây dựng bản đồ phân cấp xói mòn cho lưu vực hồ Pleikrong, nghiên cứu sự dụng TCVN 5299:2009 (Bảng 3) [13].

Bảng 3: Phân loại mức độ xói mòn đất theo TCVN 5299:2009

Ký hiệu cấp của độ xói mòn	Lượng đất bị xói mòn trung bình năm (tấn/ha)	Đánh giá
I	nhỏ hơn 1	Không bị xói mòn
II	lớn hơn 1 đến 5	Xói mòn nhẹ
III	lớn hơn 5 đến 10	Xói mòn trung bình
IV	lớn hơn 10 đến 50	Xói mòn mạnh
V	lớn hơn 50	Xói mòn rất mạnh

Kết quả tính toán lượng đất xói mòn trung bình năm cho thấy, lưu vực hồ Pleikrong đa số nằm trong mức độ xói mòn cấp IV – Xói mòn mạnh và mức độ xói mòn cấp V – Xói mòn rất mạnh. Khu vực bị xói mòn rất mạnh tập trung ở phía thượng lưu bao gồm tiểu lưu vực 1, 6, 7, 8, 9, với lượng xói mòn lớn nhất là 61,41 tấn/ha/năm tại TLV6. Khu vực bị xói mòn mạnh tập trung ở khu giữa lưu vực bao gồm tiểu lưu vực 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 13, 14, 16 với lượng đất bị xói mòn lớn nhất là 41,54 tấn/ha/năm tại TLV2. Theo một kết quả nghiên cứu được công bố bởi sở Tài nguyên và Môi trường Đak Lăk [14], với độ dốc từ 5 - 8 độ và lượng mưa hàng năm 1.905 mm, trên 1 ha nương rẫy, lượng đất bị xói mòn lên đến 95,1 tấn/năm, trên đất trồng ngô là 105,7 tấn, trên đất trồng cà phê có 2 năm tuổi là 69,2 tấn gấp rất nhiều lần so với nơi có rừng (rừng tái sinh 12 tấn, rừng nguyên sinh chỉ có dưới 6 tấn). Có thể thấy, giá trị tính toán mức độ xói mòn tại các tiểu lưu vực là khá phù hợp. Bên cạnh đó, kết quả nghiên cứu cũng phản ánh các tiểu lưu vực bị xói mòn mạnh và rất mạnh trên lưu vực hồ Pleikrong đều là những khu vực có độ dốc lớn, diện tích sử dụng đất đã bị tác động mạnh mẽ bởi các hoạt động kinh tế của con người làm cho bề mặt đất không được bảo vệ, gây xói mòn đất ngày càng nghiêm trọng. Việc phân tích bản đồ xói mòn đất (Hình 8) cho khu vực hồ Pleikrong sẽ giúp các nhà quản lý có thể cân nhắc triển khai một số phương pháp phù hợp để giảm thiểu xói mòn và bùn cát về hồ chứa. Các biện pháp phi công trình có thể kể đến biện pháp tăng độ che phủ cho đất, phương thức gieo trồng theo luống theo băng, xen canh gối vụ, hay tạo các ruộng bậc thang ở những địa hình sườn dốc. Các

biện pháp công trình có thể áp dụng bao gồm xây dựng các bể lắng, bẫy bùn cát hay đập chắn bùn...



Hình 8. Phân vùng mức độ xói mòn đất trung bình năm theo tiểu lưu vực lưu vực hồ PleiKrong

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, mô hình SWAT đã được áp dụng để đánh giá nguy cơ xói mòn đất và vận chuyển bùn cát trên lưu vực hồ chứa Pleikrong. Kết quả tính toán cho thấy, lượng bùn cát tới hồ dao động trong khoảng từ 1,067 x 10^6 tấn/năm đến 16,232 x 10^6 tấn/năm, với giá trị trung bình là 5,435 x 10^6 tấn/năm. Bản đồ phân vùng mức độ xói mòn đã được xây dựng. Khu vực xói mòn mạnh tập trung chủ yếu ở thượng nguồn lưu vực hồ Pleikrong với mức độ xói mòn lớn nhất là 61,41 tấn/ha/năm tại TLV6. Việc xây dựng bản đồ đánh giá nguy cơ xói mòn lưu vực hồ chứa có một ý nghĩa thực tiễn quan trọng trong việc quản lý lưu vực và đề xuất những giải pháp nhằm giảm thiểu nguy cơ xói mòn đất gây bồi lắng hồ chứa.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin gửi lời cám ơn đến Đề tài nghị định thư Việt Nam – Hàn Quốc NĐT.87.KR/20 "Nghiên cứu dòng chảy bùn cát đến hồ chứa có xét đến các yếu tố chịu tác động của biến đổi khí hậu - Áp dụng cho một hồ chứa tại Việt Nam" đã tạo điều kiện để nhóm nghiên cứu thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. R Kaur, Rajesh S, Rajeev B, Kamal M & D. Dutta (2004) Integration of linear programming

and a watershed-scale hydrologic model for proposing an optimized land-use plan and assessing its impact on soil conservation—A case study of the Nagwan watershed in the Hazaribagh district of Jharkhand, India, International Journal of Geographical Information Science, 18:1, 73-98, DOI: 10.1080/13658810310001620915

2. Pandey A, Chowdary VM, Mal BC (2007) Identification of critical erosion prone areas in the small agricultural watershed using USLE, GIS and remote sensing. Water Resour Manag 21:729 746

3. Dutta, S., Sen, D. (2008) Application of SWAT model for predicting soil erosion and sediment yield, Sustain. Water Resour. Manag. 4, 447–468, https://doi.org/10.1007/s40899-017-0127-2.

4. Mohammad, M., Al-Ansari, N. and Knutsson, S. (2016) Annual Runoff and Sediment in Duhok Reservoir Watershed Using SWAT and WEPP Models. Engineering, 8, 410-422. doi: 10.4236/eng.2016.87038

5. Nguyễn Thị Tịnh Âu, Nguyễn Duy Liêm, Nguyễn Kim Lợi ((2013) Application of SWAT model and GIS for assessing water discharge at Dakbla river watershed. VNU J. Sci. Earth Environ. Sci, 29(3), 1–13

6. Lê Hoàng Tú, Nguyễn Thị Huyền, Phạm Thị Hà, Nguyễn Đông Phương, Nguyễn Thành Nghĩa, Lê Minh Hải, Nguyễn Duy Liêm, Hoàng Hà Anh, Phạm Gia Điệp, Nguyễn Kim Lợi. (2021) Ứng dụng mô hình SWAT phục vụ phân vùng tài nguyên nước và xói mòn đất tại tỉnh Gia Lai, *Tạp chí khí tượng thủy văn*, 732, 13-27; doi:10.36335/VNJHM.2021(732).

7. Nguyễn Thị Hồng, Nguyễn Duy Liêm, Nguyễn Thị Bích, Lê Duy Bảo Hiếu, Lê Hoàng Tú, Nguyễn Kim Lợi. (2014) Ứng dụng GIS và mô hình SWAT đánh giá ảnh hưởng thay đổi sử dụng đất đến lưu lượng dòng chảy lưu vực sông Vu Gia, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, tập 30, số 2S, 80-91.

8. Allen RG, Jensen ME, Wright JL, Burman RD (1989) Operational estimates of reference evapotranspiration. Agron J 81(4):650–662.

9. Droogers P, Bastiaanssen WGM (2002) Irrigation performance using hydrological and remote sensing modeling. J Irrig Drain Eng 128(1):11–18

10. Saghravani SR, Mustapha SA, Ibrahim S, Randjbaran E (2009) Comparison of daily and monthly results of three evapotranspiration models in tropical zone: a case study. Am J Environ Sci 5(6):698–705

11. Bagnold RA (1977) Bedload transport in natural rivers. Water Resour Res 13:303–312

12. Moriasi, D. N.; Arnold, J. G.; Van Liew, M. W.; Bingner, R. L.; Harmel, R. D.; Veith, T. L. (2007) Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. Trans. ASABE, 50, 885–900.

13. Tiêu chuẩn Quốc gia. TCVN 5299: 2009 về chất lượng đất – Phương pháp xác định mức độ xói mòn đất do mưa.

14. Sở Tài Nguyên và Môi Trường (2013) Tài nguyên đất ở Tây Nguyên ngày càng bị thoái hóa nghiêm trọng, https://tnmt.daklak.gov.vn/tai-nguyen-dat-o-tay-nguyen-ngay-cang-bi-thoai-hoa-nghiem-trong-441.html. (Truy cập ngày 10/7/2023).

ASSESSMENT OF SOIL EROSION DISTRIBUTION AND SEDIMENT TRANSPORTATION IN PLEIKONG RESERVOIR CATCHMENT

Do Xuan Khanh[1], Nguyen Thu Hien[1]
[1]Thuyloi University

Summary

Assessment of soil erosion distribution and sediment transport in the upstream catchments of reservoirs has an important role in the reservoir sedimentation management. In this study, SWAT model and GIS were applied to compute sediment flow and develope the special erosion map on the Pleikrong reservoir catchment. The results show that the sediment yield to the reservoir ranges from $1{,}067.10^6$ tons/year to $16{,}232.10^6$ tons/year, with an annual yeild of $5.435.10^6$ tons/year. The highest eroded area is mainly in the upstream part of the catchment with the maximum erosion rate of 61.41 tons/ha/year. The research outcomes are very useful in catchment management and are basis for proposing some solutions to reduce soil erosion causing reservoir sedimentation.

Keywords: *Soil erosion, reservoir sedimentation, sediment, SWAT model.*

Người phản biện: PGS.TS. Hoàng Ngọc Tuấn
Ngày nhận bài: 14/7/2023
Ngày thông qua phản biện: 14/8/2023
Ngày duyệt đăng: 21/8/2023

THỂ LỆ VIẾT VÀ GỬI BÀI

1. Tạp chí Nông nghiệp và PTNT đăng tải các bài báo khoa học công bố các công trình nghiên cứu khoa học có nội dung khoa học mới, các bài tổng quan về ngành nông nghiệp và PTNT chưa gửi đăng ở bất kỳ loại hình báo chí nào.

2. Bài báo có thể viết bằng tiếng Việt (đăng trên Tạp chí bằng ngôn ngữ tiếng Việt) hoặc tiếng Anh (đăng trên Tạp chí bằng ngôn ngữ tiếng Anh), soạn thảo trên máy vi tính, các dòng cách nhau bằng 1,2 (Paragraph/Line spacing Multiple at 1,2), sử dụng font chữ Times New Roman, cỡ chữ 12, có độ dài không quá 10 trang giấy khổ A4 bao gồm cả tài liệu tham khảo.

3. Từ khóa được trình bày theo thứ tự alphabet, từ 3 - 5 từ. Từ khóa bằng tiếng Việt và tiếng Anh phải cùng nội dung, ý nghĩa của từ. Phần tóm tắt có độ dài không quá 350 từ viết liền, không xuống dòng, cỡ chữ 10, bao gồm: Nêu ngắn gọn về mục đích, phương pháp nghiên cứu, kết quả nghiên cứu chính. Bài báo viết bằng tiếng Việt phải có tóm tắt bằng cả tiếng Anh, tiếng Việt và không khác biệt về nội dung, ý nghĩa.

4. Bài báo phải được trình bày theo thứ tự sau: Tên bài báo bằng tiếng Việt và tiếng Anh, (các) tác giả, tên cơ quan của (các) tác giả, tóm tắt, từ khóa, nội dung của bài báo, lời cảm ơn (nếu có), tài liệu tham khảo. Tác giả liên hệ phải được chỉ rõ cùng với địa chỉ cơ quan, Email, số điện thoại trên trang nhất của bản thảo. Tên riêng tiếng Việt phải có đủ dấu thanh kể cả các bài viết bằng tiếng Anh.

5. Tài liệu tham khảo được trình bày theo thứ tự alphabet và đánh số đặt trong ngoặc vuông theo thứ tự xuất hiện trong bài báo và trong danh mục tài liệu tham khảo.

+ Đối với các tài liệu là bài báo trong Tạp chí ghi đầy đủ theo thứ tự: Tên tác giả, năm xuất bản, tên bài báo, tên tạp chí, tập, số, trang.

+ Đối với các tài liệu là sách ghi đầy đủ theo thứ tự: Tên tác giả, năm xuất bản, tên sách, nhà xuất bản, nơi xuất bản.

Nếu bài viết bằng tiếng Anh, tài liệu tham khảo nào không phải bằng tiếng Anh thì phải dịch ra tiếng Anh và chú thích ngôn ngữ gốc trong ngoặc đơn.

6. Tạp chí Nông nghiệp và PTNT thực hiện quy trình gửi bài, quy trình phản biện online trên hệ thống phần mềm của Tạp chí và sử dụng cơ sở dữ liệu các số báo đã phát hành xuất bản, đề nghị các cộng tác viên, phản biện bài báo và bạn đọc truy cập vào link: http://tapchikhoahocnongnghiep.vn/ sau đó tiến hành đăng ký tài khoản và đăng nhập để bắt đầu quy trình sử dụng.

7. Chi tiết xin liên hệ: Tạp chí Nông nghiệp và PTNT; Số 10 Nguyễn Công Hoan, Ba Đình, Hà Nội; Điện thoại: 024.37711070; 024.38345457; 024.37716634 Email: bbtnongnghiep@gmail.com.