

TP. Hồ Chí Minh, 10/2024



Mã số: DT-02-06-2023

**NGHIÊN CỨU CÁC NGUYÊN NHÂN GÂY SẬT LỢ  
VÀ ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP BẢO VỆ BỜ  
KHU VỰC HỒ BÀU TRĂNG**

**BẢO CAO TỔNG KẾT  
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP TỈNH**

TRƯỜNG ĐẠI HỌC THUY LỢI  
PHẦN HIỆU

UBND TỈNH BÌNH THUYÊN  
SỞ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

TRƯỜNG ĐẠI HỌC THUY LỢI  
PHẦN HIỆU

UBND TỈNH BÌNH THUAN  
KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

BẢO CẠO TỔNG KẾT  
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP TỈNH

NGHIÊN CỨU CÁC NGUYÊN NHÂN GÂY SẮT LỘ  
VÀ ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP BẢO VỆ BỜ  
KHU VỰC HỒ BẬU TRẢNG

Mã số: DT-02-06-2023

CHỦ NHIỆM ĐỀ TÀI



TS. Lê Ngọc Thanh

CƠ QUAN CHỦ TRÌ



SỞ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ



Nguyễn Hoài Trung

TP. Hồ Chí Minh, 10/2024

**TÊN ĐỀ TÀI**  
**NGHIÊN CỨU CÁC NGUYÊN NHÂN GÂY SẬT LỘ**  
**VÀ ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP BẢO VỆ BỜ**  
**KHU VỰC HỒ BÀU TRĂNG**  
Mã số: DT-02-06-2023

Cơ quan chủ trì: Phân hiệu Trường Đại học Thủy Lợi tại tỉnh Bình Dương  
Chủ nhiệm đề tài: TS. Lê Ngọc Thanh  
Thư ký đề tài: TS. Lưu Hải Tùng – Viện Địa lý tài nguyên TP.HCM  
Thời gian thực hiện: 07 tháng (01 – 07/2024)

**DANH SÁCH CÁC THÀNH VIÊN CHÍNH**

Số TT	Họ và tên	Đơn vị công tác	Chức trách
1	TS. Lê Ngọc Thanh	Phân hiệu DHTL	Thành viên chính
2	TS. Lê Xuân Bảo	Phân hiệu DHTL	Thành viên chính
3	PGS. TS. Triệu Anh Ngọc	Phân hiệu DHTL	Thành viên chính
4	TS. Đào Văn Tuyết	Phân hiệu DHTL	Thành viên chính
5	ThS. Phạm Hồng Xuân	Phân hiệu DHTL	Thành viên chính
6	TS. Bùi Thị Thủy Duyên	Viện Thủy lợi và Môi trường	Thành viên chính
7	ThS. Lưu Hải Tùng	Viện DLTN TP.HCM	Thành viên chính
8	ThS. Nguyễn Quang Dũng	Viện DLTN TP.HCM	Thành viên chính
9	ThS. Dương Bá Mẫn	Viện DLTN TP.HCM	Thành viên chính
10	TS. Hồ Trung Phước	Trường Đại học Phan Thiết	Thành viên chính

## MỤC LỤC

PHẦN MỞ ĐẦU	1
1. TÌNH CẤP THIẾT	1
2. MỨC TIÊU CUA ĐỀ TÀI	2
3. PHẠM VI NGHIÊN CỨU	2
4. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU	2
5. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	3
5.1. Phương pháp thu thập, biên hội tài liệu	3
5.2. Phương pháp điều tra, khảo sát	3
5.3. Phương pháp tham vấn chuyên gia	3
5.4. Phương pháp viên thám và thông tin địa lý (GIS)	3
5.5. Các phương pháp địa vật lý	4
5.6. Phương pháp khoan DCCT	6
5.7. Phương pháp khảo sát, quan trắc cát bay	7
5.8. Phương pháp bay đo địa hình bằng UAV (Unmanned Aerial Vehicles – UAV)	7
5.9. Phương pháp khảo sát hình thái hồ	8
5.10. Phương pháp mô hình hóa	10
5.11. Phương pháp thành lập bản đồ	11
6. BỘ CỤC CUA BẢO CAO TỔNG KẾT	12
7. TÀI LIỆU SỬ DỤNG	12
PHẦN NỘI DUNG	14
Chương 1. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU - ĐẶC ĐIỂM TỰ NHIÊN VÀ KINH TẾ - XÃ HỘI	14
1.1. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU	14
1.1.1. Khái niệm sạt trượt đất đá	14
1.1.2. Phân loại sạt trượt đất đá	15
1.1.3. Các nghiên cứu trên thế giới	16
1.1.4. Các nghiên cứu trong nước	16
1.1.5. Các giải pháp chống xói lở bờ hồ trên thế giới	19
1.1.6 Các giải pháp chống sạt lở bờ hồ ở Việt Nam	21
1.2. ĐẶC ĐIỂM TỰ NHIÊN VÀ KINH TẾ - XÃ HỘI	25

1.2.1. Vị trí địa lý.....	25
1.2.2. Khí hậu.....	26
1.2.3. Thủy văn.....	26
1.2.4. Địa chất.....	28
1.2.5. Địa hình.....	32
1.2.6. Địa chất công trình.....	35
1.2.7. Địa chất thủy văn.....	35
1.2.8. Hoạt động kinh tế - xã hội.....	36
<b>Chương 2. KẾT QUẢ KHẢO SÁT, ĐÁNH GIÁ ĐẶC ĐIỂM CÁC YẾU TỐ</b>	
<b>TỰ NHIÊN, XÃ HỘI KHU VỰC BÀU TRĂNG.....</b>	<b>37</b>
2.1. HIỆN TRẠNG SẮT LỎ VÙNG NGHIÊN CỨU.....	37
2.1.1. Khảo sát, điều tra sắt lỏ.....	37
2.1.2. Hiện trạng sắt lỏ Bầu Ông.....	37
2.1.3. Hiện trạng sắt lỏ Bầu Bà.....	39
2.1.4. Các khu vực khác.....	40
2.2. CÁC YẾU TỐ TỰ NHIÊN.....	42
2.2.1. Cầu trục địa chất.....	42
2.2.2. Địa chất công trình.....	46
2.2.3. Hiện tượng rung động.....	48
2.2.4. Hiện tượng cát bay.....	49
2.2.5. Địa hình.....	50
2.2.6. Biên động đường bờ.....	60
2.2.7. Diện tích và chu vi Bầu Trăng.....	61
2.2.8. Độ sâu Bầu Trăng.....	66
2.2.9. Độ dốc Bầu Trăng.....	69
2.2.10. Dòng chảy Bầu Trăng.....	71
2.2.11. Mức nước Bầu Bà.....	74
2.2.12. Cao độ mặt nước và dung tích nước Bầu Trăng.....	75
2.2.13. Sự trao đổi nước của Bầu Trăng.....	76
2.3. CÁC YẾU TỐ KINH TẾ - XÃ HỘI.....	79
2.3.1. Diện tích sử dụng đất (2020 – 2023) khu vực Bầu Trăng.....	79
2.3.2. Tác động của hoạt động du lịch đến sắt lỏ Bầu Trăng.....	81

<b>Chương 3. CÁC YẾU TỐ VÀ NGUYÊN NHÂN GÂY SẠT LỞ - KHOANH VÙNG NGUY CƠ SẠT LỞ BỜ KHU VỰC BẦU TRẢNG</b> .....	<b>85</b>
3.1. MÔ HÌNH GEOSTUDIO .....	85
3.1.1. Các dữ liệu sử dụng trong mô hình.....	85
3.1.2. Danh giá nguy cơ sạt lở bờ Bầu Trảng trên các mặt cắt.....	88
3.2. CÁC YẾU TỐ VÀ CƠ CHẾ - NGUYÊN NHÂN SẠT LỞ BỜ BẦU BÀ .....	93
3.2.1. Yếu tố khí hậu.....	93
3.2.2. Yếu tố địa hình.....	93
3.2.3. Yếu tố trầm tích.....	94
3.2.4. Yếu tố cấu trúc địa chất.....	95
3.2.5. Yếu tố thủy văn.....	95
3.2.6. Yếu tố DCCT.....	97
3.2.7. Yếu tố DCTV.....	98
3.2.8. Yếu tố hoạt tại.....	98
3.2.9. Cơ chế và nguyên nhân sạt lở bờ Bầu Bà .....	98
3.3. KHOANH VÙNG NGUY CƠ SẠT LỞ KHU VỰC BẦU TRẢNG .....	101
3.3.1. Các yếu tố/bản đồ thành phần.....	101
3.3.2. Khoanh vùng nguy cơ sạt lở bờ khu vực Bầu Trảng.....	104
<b>Chương 4. CÁC GIẢI PHÁP BẢO VỆ BỜ KHU VỰC BẦU TRẢNG</b> .....	<b>107</b>
4.1. CÁC NGUYÊN TẮC ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP .....	107
4.2. GIẢI PHÁP CÔNG TRÌNH BẢO VỆ BỜ BẦU BÀ.....	107
4.2.1. Phương án 1 .....	107
4.2.2. Phương án 2 .....	108
4.2.3. Tính toán ổn định tuyến L1, L4 và L8 sau gia cố.....	111
4.3. CÁC GIẢI PHÁP PHI CÔNG TRÌNH.....	112
4.3.1. Biện pháp nông nghiệp.....	112
4.3.2. Biện pháp quản lý.....	116
<b>PHẦN KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ</b> .....	<b>117</b>
KẾT LUẬN.....	117
KIẾN NGHỊ .....	120
LỜI CẢM ƠN.....	121
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	122

## DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

BDDC	Bản đồ địa chất
BTC	Bê tông cốt thép
BCT	Địa chất công trình
BCTV	Địa chất thủy văn
HTSDB	Hiện trạng sử dụng đất
KHCNVN	Khoa học và Công nghệ Việt Nam
KHTL	Khoa học Thủy Lợi
KT-XH	Kinh tế - xã hội
GIS	Hệ thống thông tin địa lý
CSDL	Cơ sở dữ liệu
GPR	Radax xuyên đất
TNMT	Tài nguyên và Môi trường
RTK	Real Time Kinematics (Đồng học thời gian thực)
TBDC	Tai biến địa chất
VHTTDL	Văn hoá, Thể thao và Du lịch

Bảng 2.1. Tọa độ và cao độ các hồ khoan khảo sát .....	46
Bảng 2.2. Kết quả đo mực nước ngầm trong các hồ khoan .....	46
Bảng 2.3. Các chỉ tiêu cơ lý đất của trạm tích .....	47
Bảng 2.4. Kết quả thí nghiệm thấm đầu nước không đổi trong hồ khoan HK1 .....	48
Bảng 2.5. Thông kê vận tốc và gia tốc rung động cực đại tại điểm quan trắc .....	48
Bảng 2.6. Bảng thông kê diện tích và chu vi Bàu Trảng qua các thời kỳ .....	66
Bảng 2.7. Bảng thông kê độ sâu mặt nước Bàu Trảng qua các thời kỳ .....	69
Bảng 2.8. Diễn biến mực nước hồ qua các năm .....	74
Bảng 2.9. Bảng tổng hợp cao độ và dung tích nước Bàu Trảng .....	75
Bảng 2.10. Số lượng du khách qua các năm (2011 – 2024) .....	83
Bảng 3.1. Giá trị hoạt tải quy đổi .....	86
Bảng 3.2. Các mặt cắt tính toán và nội dung tính toán .....	88
Bảng 3.3. Kết quả tính toán tải mặt cắt MC5 .....	88
Bảng 3.4. Kết quả tính toán tải mặt cắt MC6 .....	89
Bảng 3.5. Kết quả tính toán tải mặt cắt MC7 .....	89
Bảng 3.6. Kết quả tính toán cho MC9 .....	89
Bảng 3.7. Kết quả tính toán tuyến L1 .....	90
Bảng 3.8. Hệ số an toàn FS tuyến L4 .....	91
Bảng 3.9. Kết quả tính toán tuyến L8 .....	92
Bảng 3.10. Kết quả tính toán tải mặt cắt MC2 .....	92
Bảng 3.11. Kết quả tính toán tải mặt cắt MC4 .....	93
Bảng 3.12. Các yếu tố (bản đồ thành phần) sử dụng trong khoanh vùng nguy cơ sạt lở ..	102
Bảng 3.13. Phân cấp nguy cơ sạt lở bờ hồ khu vực Bàu Trảng .....	104

## DANH MỤC CÁC BẢNG

Hình 1. Hiện trạng sắt lơ Bàu Bà.....	1
Hình 2. Sơ đồ bố trí do ảnh điện 2D.....	4
Hình 3. Sơ đồ do rung động khu vực sắt lơ Bàu Bà.....	5
Hình 4. Anten 150 MHz không màn chắn (trái) và bộ phận thu thập dữ liệu (phải).....	6
Hình 5. Thực hiện hồ khoan HK1 ven bờ Bàu Bà.....	6
Hình 6. Vị trí các điểm quan trắc cát bay.....	7
Hình 7. Thiết bị UAV bay do Phantom 4 RTK.....	8
Hình 8. Tiến hành đo đạc xác định bờ hồ bằng thiết bị UAV.....	9
Hình 9. Thiết bị ADCP sử dụng đo đặc tại Bàu Bà.....	10
Hình 10. Hệ thống đo mực nước và nhiệt độ không khí tại Bàu Bà.....	10
Hình 1.1. Mô hình sắt trượt đất đá.....	14
Hình 1.2. Kiểu “trượt lan”.....	15
Hình 1.3. Kiểu “trượt lở”.....	15
Hình 1.4. Kiểu “trượt xoay” trong sắt trượt đất.....	15
Hình 1.5. Kiểu “trượt tĩnh tiến” trong sắt trượt đất.....	16
Hình 1.6. Kiểu “trượt dòng” trong sắt trượt đất.....	16
Hình 1.7. Giải pháp bảo vệ bờ hồ trên thế giới (nhóm giải pháp cứng).....	19
Hình 1.8. Bảo vệ bờ biển bằng băng thấm thực vật.....	20
Hình 1.9. Ứng dụng cỏ Ventiver bảo vệ bờ.....	20
Hình 1.10. Bảo vệ bờ bằng rom, cỏ khô bên bờ dựa.....	21
Hình 1.11. Một số công trình bảo vệ bờ sông trong nước.....	22
Hình 1.12. Giải pháp trồng cây bản, dựa nước chống xói lở bờ ở DBSCL.....	22
Hình 1.13. Giải pháp bảo vệ bờ sông bằng tham cỏ.....	23
Hình 1.14. Giải pháp bảo vệ bờ bằng cọc.....	23
Hình 1.15. Bảo vệ bờ bằng bao tải đất kết hợp cử dựa ở khu vực cũ lao Hung Phong.....	24
Hình 1.16. Giải pháp kè sinh thái chống sạt lở bằng túi Dbox thử nghiệm tại tỉnh An Giang (trái) và hình ảnh đoàn kè thử nghiệm sau 2 tháng dựa vào vận hành (phải).....	24
Hình 1.17. Kè thử nghiệm ứng dụng tham sò dựa (trái) và kè thử nghiệm trên khai thác thực tế 1 đoàn tại ven sông rạch tỉnh Tiền Giang (phải).....	24
Hình 1.18. Giải pháp kè sinh thái tại tỉnh Cà Mau (trái) và hình ảnh thực tiễn sau khi hoàn thành việc xây dựng công trình thử nghiệm (phải).....	25
Hình 1.19. Bản đồ vị trí vùng nghiên cứu (thu từ tỉ lệ 1:10.000).....	25

## DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 1.20. Bản đồ địa chất vùng nghiên cứu tỉ lệ 1:50.000	31
Hình 1.21. Bản đồ địa hình vùng nghiên cứu, tỷ lệ 1:10.000	34
Hình 2.1. Bản đồ vị trí các điểm khảo sát lộ vùng nghiên cứu tỉ lệ 1:10.000	38
Hình 2.2. Hiện tượng xâm thực bờ trái Bầu Ông tại các điểm KSBO 15 và KSBO 18	39
Hình 2.3. Người dân địa phương trồng cây ven bờ phải Bầu Bà tại các điểm KSBB 05 và KSBB 07	39
Hình 2.4. Ảnh vệ tinh vị trí sắt lộ bờ Bầu Trảng (KSBB 01)	40
Hình 2.5. Bản đồ hiện trạng sắt lộ bờ Bầu Trảng (thu từ tỉ lệ 1:5.000)	41
Hình 2.6. Sơ đồ tuyến đo AD1, tuyến đo L1 – L8, hố khoan	42
Hình 2.7. Mặt cắt ảnh điện tuyến AD1	43
Hình 2.8. Mặt cắt GPR tuyến L4	43
Hình 2.9. Sơ đồ tuyến đo AD2 (đọc đường tính BT716B)	44
Hình 2.10 Mặt cắt ảnh điện tuyến AD2	44
Hình 2.11. Sơ đồ vị trí tuyến đo ảnh điện AD3	45
Hình 2.12. Mặt cắt ảnh điện tuyến AD3	45
Hình 2.13. Vị trí các hố khoan	46
Hình 2.14. Mặt cắt DCCT	47
Hình 2.15. Hoạt động du lịch khu vực Bầu Bà	49
Hình 2.16. Các dạng chuyển động của hạt cát do dòng năng của gió	50
Hình 2.17. Bản đồ địa hình khu vực Bầu Trảng (thu từ tỉ lệ 1:5.000)	51
Hình 2.18. Mô hình DSM năm 2006 (a) và năm 2024 (b) khu vực Bầu Trảng (thu từ tỉ lệ 1:5.000	52
Hình 2.19. Mô hình 3D mức độ chênh lệch địa hình khu vực Bầu Trảng	53
Hình 2.20. Bản đồ địa hình khu vực Trảng (thu từ tỉ lệ 1:1.000)	54
Hình 2.21. Bản đồ địa hình các đợt đo khu vực Trảng (thu từ tỉ lệ 1:1.000)	56
Hình 2.22. Diện biến địa hình các đợt đo khu vực Trảng	57
Hình 2.23. Sự di chuyển đỉnh đồi cát qua 3 đợt khảo sát khu vực Trảng	57
Hình 2.24. Bản đồ độ chênh địa hình giữa các thời kỳ khu vực Trảng (thu từ tỉ lệ 1:1.000)	59
Hình 2.25. Bản đồ độ dốc địa hình khu vực Trảng (thu từ tỉ lệ 1:1.000)	59
Hình 2.26. Diện biến đường bờ khu vực Trảng từ năm 2006 – 2023	60
Hình 2.27. Đường bờ khu vực Trảng từ năm 2006 và 2023	60
Hình 2.28a. Hiện tượng bồi tụ bờ Bầu Bà trong 1 tháng (25/02/2024 – 25/03/2024)	61
Hình 2.28b. Hiện tượng bồi tụ bờ Bầu Bà sau sát lộ ngày 03/5/2023	61
Hình 2.29. Bản đồ địa hình lòng Bầu Ông (thu từ tỉ lệ 1:5.000)	62

Hình 2.30. Bản đồ địa hình lòng Bầu Bà (thu từ tỉ lệ 1:5.000).....	62
Hình 2.31. Bản đồ Nam Kỳ thuộc Pháp tỉ lệ 1:400.000 .....	63
Hình 2.32. Bản đồ địa hình tỉ lệ 1/50.000 hệ UTM do Mỹ xuất bản năm 1965 .....	63
Hình 2.33. Bản đồ địa hình tỉ lệ 1:100.000 hệ Gauss .....	64
Hình 2.34. Bản đồ địa hình tỉ lệ 1:50.000 hệ VN2000 (năm 2005).....	64
Hình 2.35. Bản đồ khoanh vùng bảo vệ thượng cảnh Bầu Trảng tỉ lệ 1:25.000 .....	65
Hình 2.36. Bình đồ đường đồng mức hồ tại Bầu Ông (thu từ tỉ lệ 1:5.000).....	67
Hình 2.37. Diễn biến cao độ rãnh sâu Bầu Ông .....	67
Hình 2.38. Bình đồ đường đồng mức Bầu Bà (thu từ tỉ lệ 1:5.000).....	68
Hình 2.39. Diễn biến cao độ rãnh sâu Bầu Bà .....	68
Hình 2.40. Bản đồ độ dốc lòng Bầu Ông (thu từ tỉ lệ 1:5.000).....	70
Hình 2.41. Bản đồ độ dốc lòng Bầu Bà (thu từ tỉ lệ 1:5.000).....	70
Hình 2.42. Vị trí các mặt cắt do dòng chảy Bầu Ông .....	71
Hình 2.43. Diễn biến dòng chảy trên các mặt cắt tại Bầu Ông.....	72
Hình 2.44. Vị trí các mặt cắt ngang do đặc dòng chảy tại Bầu Bà .....	73
Hình 2.45. Diễn biến dòng chảy do đặc tại các mặt cắt Bầu Bà .....	73
Hình 2.46. Vị trí các điểm đo dòng chảy theo tầng tại khu vực sát lờ Bầu Bà.....	74
Hình 2.47. Diễn biến mực nước Bầu Bà thời gian (01/02 – 31/05/2024).....	75
Hình 2.48. Lưu vực và luông phân thủy Bầu Trảng .....	76
Hình 2.49. Các yếu tố gây thất thoát nước Bầu Trảng.....	77
Hình 2.50. Các nguồn cấp nước cho Bầu Trảng .....	78
Hình 2.51. Bản đồ HTSDB năm 2020 khu vực Bầu Trảng (thu từ tỉ lệ 1:10.000).....	80
Hình 2.52. Diện biến đất 2020 – 2023 khu Bầu Trảng.....	81
Hình 2.53. Hiện trạng sử dụng đất vị trí khảo sát BB14 .....	81
Hình 2.54a. Hoạt động xe bán tải ven Bầu Bà (sắt lờ) .....	83
Hình 2.54b. Du khách nước ngoài ngắm cảnh ven Bầu Bà (sắt lờ).....	83
Hình 2.55a. Tham thực vật ngập nước ven bờ Bầu Bà .....	84
Hình 2.55b. Trồng cây chống xói mòn do gió trên đồi cát khu vực Bầu Bà .....	84
Hình 3.1. Cao trình mực nước hồ, mực nước ngầm và hồ khoan HK1 tại tuyến L4 Bầu Bà .....	85
Hình 3.2. Gia tốc rung động được sử dụng để tính toán.....	86
Hình 3.3. Các mặt cắt thuộc phạm vi Bầu Trảng.....	87
Hình 3.4. Vị trí tuyến L1, L4 và L8 thuộc phạm vi sát lờ tại Bầu Bà .....	87
Hình 3.5. Bản đồ các bậc địa hình vùng nghiên cứu (thu từ tỉ lệ 1:10.000).....	94

Hình 3.6. Các dạng chuyển động của hạt cát theo hướng gió.....	94
Hình 3.7. Vòng cung đỉnh hình khối sắt lỏ tìm kiếm khu vực sắt lỏ bờ Bầu Bà.....	95
Hình 3.8. Mẫu thân cây ở độ sâu 13,8 – 14,5 m của hố khoan HK1.....	95
Hình 3.9. So sánh diện tích Bầu Bà năm 1901 và năm 2024.....	96
Hình 3.10. Lòng dẫn phía hạ lưu Bầu Bà (thu từ tỉ lệ 1:5.000).....	96
Hình 3.11. Bản đồ độ dốc lòng hồ khu vực sắt lỏ Bầu Bà (thu từ tỉ lệ 1:5.000).....	96
Hình 3.12. Cơ chế sắt lỏ bờ Bầu Bà (ngày 03/05/2023).....	99
Hình 3.13. Chuẩn bị sắt lỏ (Mô hình thứ 1).....	100
Hình 3.16. Sắt lỏ (Mô hình thứ 2).....	100
Hình 3.15. Ôn định (Mô hình thứ 3).....	100
Hình 16. (a) Địa chất trầm tích; (b) Cao độ địa hình; (c) Độ dốc; (d) Môi trường đất; (e) Khả năng xâm nhập nước vào bờ; (f) Tình hình của đất.....	103
Hình 3.17. Bản đồ khoanh vùng nguy cơ sắt lỏ bờ khu vực Bầu Bà (thu từ tỉ lệ 1:5.000).....	106
Hình 4.1. Chi tiết trải vải địa kỹ thuật.....	108
Hình 4.2. Phương án 1 thiết kế chống sắt lỏ cho các tuyến L1, L4 và L8.....	109
Hình 4.3. Phương án 2 thiết kế chống sắt lỏ cho tuyến L1, L2 và L8.....	110
Hình 4.4. Bản đồ các loại hình sử dụng đất khu vực Bầu Bà (năm 2023) (thu từ tỉ lệ 1:10.000).....	113
Hình 4.5. Thực vật thủy sinh góp phần gia cố chân bờ Bầu Bà.....	114
Hình 4.6. Thăm thực vật quanh bờ khu vực cuối Bầu Bà giúp chống xói mòn, sạt lở.....	114
Hình 4.7. Đa dạng sinh học giúp giảm thiểu xói mòn ven bờ khu vực cuối Bầu Bà.....	114
Hình 4.8. Kỹ thuật canh tác thanh long chống thoát ẩm đất, chống xói mòn rửa trôi khu vực đầu Bầu Ông.....	114
Hình 4.9. Cây neem sinh trưởng – phát triển tốt ven Bầu Bà.....	115
Hình 4.10. Cây keo lai dùng che phủ đất quanh Bầu Bà.....	115
Hình 4.11. Mô hình trồng cây ban địa phối hợp với giải pháp công trình.....	115
Hình 4.12. Nhóm sen trong hồ nước xung quanh Bầu Bà.....	116
Hình 4.13. Nhóm cây me gai, rau muống biển, cây sậy ven Bầu Bà.....	116
Hình 4.14. Phầm vi giới hạn hoạt động xe địa hình và du khách.....	119

## PHẦN MỞ ĐẦU

### I. TÌNH CẤP THIẾT

Khu du lịch Bầu Trảng thuộc địa bàn xã Hoà Thành, huyện Bắc Bình, tỉnh Bình Thuận chính thức được đưa vào quản lý và phát triển du lịch từ đầu năm 2012, được Hiệp hội Du lịch Việt Nam cấp Giấy chứng nhận là "Điểm Du lịch sinh thái" năm trong Top 100 của Việt Nam vào năm 2013. Thành cảnh Bầu Trảng được Bộ Văn hoá Thể thao và Du lịch (VHTTDL) xếp hạng di tích quốc gia tại Quyết định số 3040/QĐ-BVHTTDL ngày 03/9/2019. Sau thời gian xây dựng phòng chống dịch Covid 19, lượng du khách tìm đến điểm du lịch Bầu Trảng tiếp tục tăng lên qua từng năm, tạo ra những nguồn thu không nhỏ cho ngân sách địa phương cũng như thu nhập cho người dân, doanh nghiệp tham gia cung cấp các sản phẩm trong chuỗi du lịch tại địa phương.

Ngày 03/05/2023, khoảng 10h30 đã xảy ra sạt lở bờ Bầu Bà (Hình 1), gây hoang mang du khách, ảnh hưởng đến môi trường, hình ảnh và nguồn thu du lịch từ thành cảnh Bầu Trảng của tỉnh.



**Hình 1.** Hiện trạng sạt lở bờ Bầu Bà  
(Nguồn: Báo Pháp luật tháng 5/2023)

Trước tình hình đó, UBND tỉnh Bình Thuận tại Công văn số 1560/UBND-KGVXNV ngày 05/05/2023 đã chỉ đạo xem xét hiện tượng sạt lở tại thành cảnh quốc gia Bầu Trảng. Ngày 10/5/2023, Sở Khoa học và Công nghệ đã chủ trì, phối hợp với Sở Tài nguyên và Môi trường, Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Sở VHTTDL, Liên hiệp các Hội Khoa học kỹ thuật, UBND huyện Bắc Bình, Ban Quản lý Điểm Du lịch Bầu Trảng tiến hành kiểm tra, khảo sát thực tế tình hình sạt lở. Kết quả khảo sát hiện trạng cho thấy vị trí sạt lở nằm ở phía đông bắc của Bầu Bà, thôn Hồng Lâm, xã Hoà Thành, có tọa độ: Điểm đầu (X 1223632, Y 491601); điểm cuối (X 1223710, Y 491528). Diện tích đất cát bị sạt lở có hình bán nguyệt (nửa vòng tròn) với đường kính 80 m, bán kính 25 m, đường cong 115 m; xung quanh đã được cắm cọc, giăng dây, cắm biển cảnh báo xung quanh để các cá nhân, phương tiện không đến gần khu vực sạt lở.

- Nội dung 7: Xây dựng báo cáo tổng kết.
  - Nội dung 6: Đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ hồ.
  - Nội dung 5: Khoanh vùng nguy cơ sạt lở bờ hồ.
  - Nội dung 4: Xác định nguyên nhân và phân tích cơ chế phát sinh sạt lở bờ hồ.
- trượt.
- Nội dung 3: Sử dụng mô hình Geoslope và các mô hình hồ trợ xác định các cung
  - Nội dung 2: Khảo sát đặc điểm tự nhiên và KT-XH khu vực nghiên cứu.
  - Nội dung 1: Thu thập, biên hội tài liệu trên địa bàn tỉnh Bình Thuận.
- Theo Thuyết minh được duyệt, các nội dung nghiên cứu gồm có:

#### 4. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

- Các giải pháp công trình và phi công trình bảo vệ bờ Bầu Trảng.
  - Các nguyên nhân và cơ chế sạt lở bờ Bầu Bà.
  - Các yếu tố tự nhiên và KT-XH ảnh hưởng và tác động đến sạt lở bờ Bầu Trảng.
- 2) Đối tượng nghiên cứu cho đến nay.
- Về thời gian, các số liệu, tư liệu phục vụ nghiên cứu thu thập từ thời Pháp thuộc Bắc Bình.
  - Về không gian, vùng nghiên cứu của đề tài nằm trên địa bàn xã Hoà Thành, huyện Phàm vì nghiên cứu

#### 3. PHẠM VI VÀ ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

- 1) Khảo sát, đánh giá hiện trạng sạt lở bờ Bầu Trảng.
- 2) Khảo sát, đánh giá đặc điểm tự nhiên và kinh tế - xã hội khu vực nghiên cứu.
- 3) Xác định nguyên nhân và phân tích cơ chế phát sinh sạt lở.
- 4) Khoanh vùng và định cấp nguy cơ sạt lở.
- 5) Đề xuất các giải pháp (phi công trình và công trình) bảo vệ bờ hồ.

#### Mục tiêu cụ thể

Mục tiêu chung: Xác định các nguyên nhân gây sạt lở bờ khu vực Bầu Trảng và đề xuất các giải pháp bảo vệ thích hợp.

#### 2. MỨC TIÊU CỦA ĐỀ TÀI

Thực tế do đã đặt ra các vấn đề nghiên cứu cần phải thực hiện: 1) Hiện trạng sạt lở bờ Bầu Trảng; 2) Các điều kiện tự nhiên và KT-XH dẫn đến sạt lở; 3) Khoanh vùng nguy cơ sạt lở và 4) Đề xuất các giải pháp bảo vệ phù hợp. Các nghiên cứu như trên không chỉ đưa ra các giải pháp bảo vệ bờ Bầu Trảng mà còn góp phần phát triển du lịch bên vũng thàng cảnh Bầu Trảng. Để thực hiện các nhiệm vụ trên, Sở KH-CN tỉnh Bình Thuận đã đặt hàng nghiên cứu theo Hợp đồng thực hiện đề tài khoa học và công nghệ số ĐT - 02 - 06 - 2023 ký ngày 22/12/2023 giữa Sở KH-CN tỉnh Bình Thuận và Phần hiệu Truong Đại học Thủy lợi tại tỉnh Bình Dương. Thời gian thực hiện đề tài là 7 tháng (22/12/2023 - 22/7/2024).

## 5. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 5.1. Phương pháp thu thập, biên hội tài liệu

Thu thập tài liệu liên quan đến mục tiêu đề tài, bao gồm:

- Các tài liệu về điều kiện tự nhiên, tài nguyên, môi trường.
- Các tài liệu về KT-XH và các dự án, quy hoạch phát triển.

Đây là cơ sở để định hướng nghiên cứu, đồng thời sơ bộ xác định các đặc điểm tự nhiên và KT-XH có liên quan với sạt lở trong vùng nghiên cứu.

### 5.2. Phương pháp điều tra, khảo sát

Từ kết quả công tác nội nghiệp tiến hành lập tuyến khảo sát và đặt tên (ký hiệu) trên phần mềm GIS và chuyển tất cả dữ liệu vào máy GPS. Dựa vào tính năng dẫn đường của GPS xác định và di chuyển đến vị trí khảo sát ngoài thực tế. Tại điểm khảo sát tiến hành đo đạc các thông số (chiều dài, chiều rộng), chụp hình, mô tả hiện trạng sạt lở (theo mẫu phiếu) vùng nghiên cứu, khu vực Bàu Tràng và khu đồi Trinh Nữ. Tổng số có 53 điểm khảo sát.

### 5.3. Phương pháp tham vấn chuyên gia

Phương pháp chuyên gia được hiểu là phương pháp nghiên cứu dựa trên các tri thức và kinh nghiệm nghiên cứu của các nhà khoa học chuyên ngành. Đối với vấn đề nghiên cứu nứt, sụt đất, sạt lở đất, bao gồm thành lập các bản đồ chuyên đề, đó là các chuyên gia thuộc các lĩnh vực địa chất, địa mạo, địa chất thủy văn, địa chất công trình, địa vật lý, viễn thám, GIS... thực hiện thông qua các buổi trao đổi, hội thảo, tham vấn ý kiến của các chuyên gia, nhà khoa học, các cán bộ địa phương theo dõi và quản lý các lĩnh vực liên quan.

### 5.4. Phương pháp viễn thám và thông tin địa lý (GIS)

Phương pháp phân tích giải đoán ảnh viễn thám được áp dụng cho mục đích nghiên cứu biến đổi diện tích Bàu Tràng, hiện tượng sạt lở đất di chuyển.

### Tư liệu ảnh viễn thám và bản đồ

Ảnh vệ tinh có thể khai thác từ 1984 đến 2022. Từ sau năm 2006 có thể khai thác ảnh vệ tinh độ phân giải cao (tỷ lệ 1:2000 và rất cao như hiện nay, 0,5 m/point). Tài liệu bản đồ từ đầu thế kỷ 19, thời Pháp thuộc, thời Mỹ những năm 1950, 1960 và bản đồ VN2000 hiện nay.

### Công nghệ viễn thám

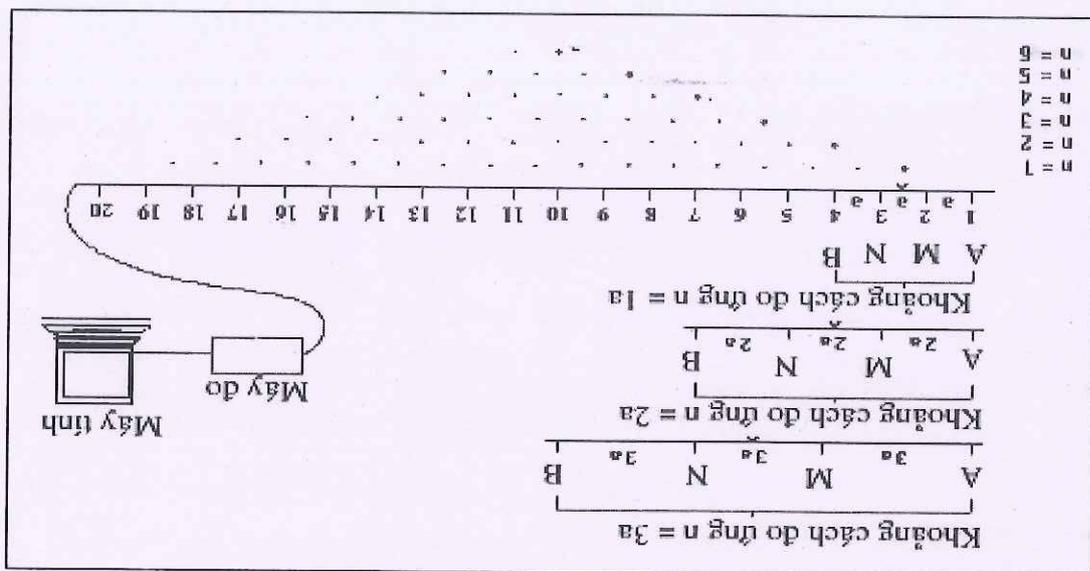
- Xây dựng CSDL bản đồ bằng các công nghệ chuyên dùng (Global Mapper, Mapinfo...) và phổ biến (Google Earth, Google Map...).
- Sử dụng, so sánh ảnh vệ tinh để phát hiện được sự thay đổi đất đai, môi trường tự nhiên, đặc biệt danh giá sự thay đổi diện tích của Bàu Tràng bằng cách sử dụng hệ thông ảnh vệ tinh "Timelapse in Google Earth" từ 1984-2022.

Sử dụng hệ thông tin địa lý (GIS) để quản lý, truy xuất và phân tích thông tin địa lý, và tạo ra các bản đồ tương tác để trình bày thông tin địa lý theo cách dễ hiểu và trực quan.

### 5.5. Các phương pháp địa vật lý

#### Phương pháp ảnh điện hai chiều (2D)

Sử dụng hệ thiết bị đo sâu Wenner với bước đi trên tuyến  $a = 5$  m. Sơ đồ bố trí các điện cực đo trên tuyến để thiết lập một mặt cắt ảnh điện được thực hiện như Hình 2. Các số liệu của phương pháp đo ảnh điện được lập thành các file số liệu (\*.dat) theo định dạng phù hợp với cấu hình của hệ thiết bị Wenner. Các file số liệu sau đó được chạy tự động trên máy tính với phần mềm RES2DINV. Đây là chương trình giải bài toán ngược trong thăm dò điện với các số liệu của toàn bộ một tuyến đo sâu ảnh điện trong môi trường 2D. Ưu điểm nổi bật của phần mềm này là sử dụng thuật toán "Bình phương tối thiểu - Least Squares Method" để tính các giá trị điện trở suất các lớp địa điện. Kết quả thu được các mặt cắt đẳng trị điện trở suất thật, dạng ảnh, trên đó khu trú ra một cách rõ nét các dị thường cực đại cũng như cực tiểu điện trở suất, làm cơ sở dự báo một cách khá chính xác các cấu trúc địa chất sâu dưới bề mặt địa hình.



Hình 2. Sơ đồ bố trí đo ảnh điện 2D

#### Phương pháp đo rung động

Máy đo chấn động U6 do Hãng Labjack (Hoa Kỳ) sản xuất được sử dụng để đo rung động bờ hồ. Trong đó đã sử dụng geophone (địa chấn kế) 3 chiều (3D) theo các trục XYZ với dải tần số tự nhiên từ 4,5 - 150 Hz. Trong đó, phương X song song với bờ hồ, phương Y vuông góc với bờ hồ và phương Z là phương thẳng đứng. Hệ thiết bị đo rung động bố trí dọc theo và cách bờ hồ từ 1 - 2 m. Khoảng cách giữa các geophone 3D là 5 m; cách lần xe chạy từ 2 - 3 m, khoảng cách xe chạy đến bờ hồ từ 3 - 4 m. Tọa độ điểm đo:  $11^{\circ}3'54.86''N$ ;  $108^{\circ}25'29.48''E$  (Hình 3).

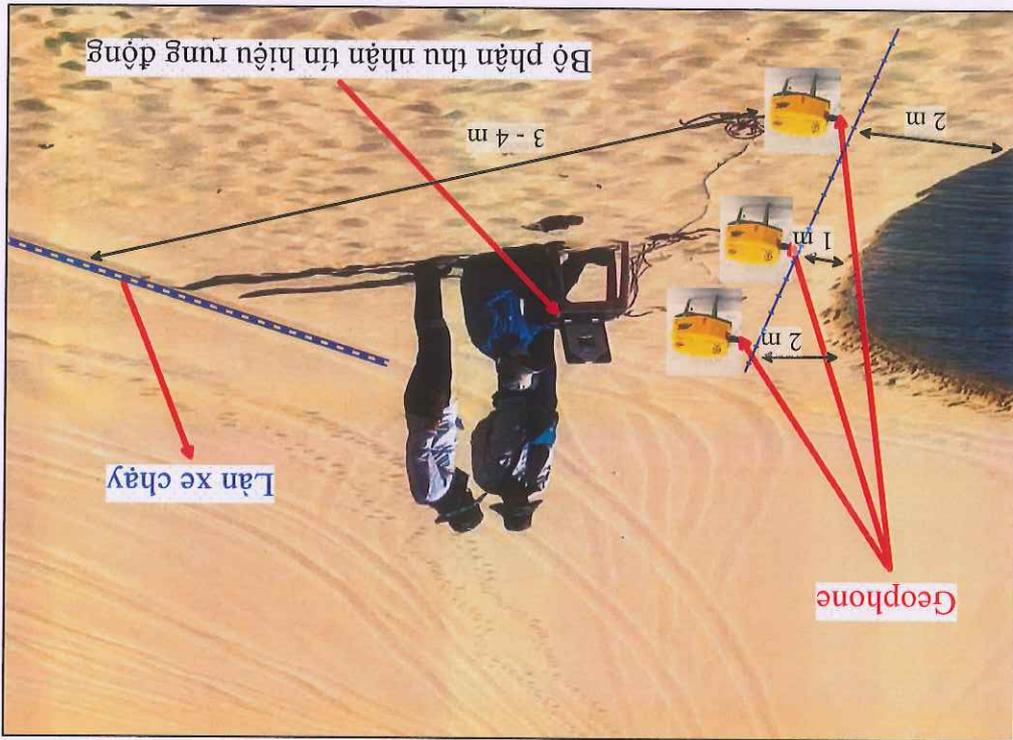
Vận tốc dao động của nền đất/cát được tính theo công thức:

$$v = S/G$$

Trong đó: v là vận tốc dao động của nền đất (m/s); S – tín hiệu điện đo được (V) bằng máy đo chấn động U6 và G – độ nhay của thiết bị (= 28,8 Vs/m).

Khi đó, gia tốc dao động a của nền đất được xác định bởi:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$



Hình 3. Sơ đồ đo rung động khu vực sạt lở bờ Bàu Bà

### Phương pháp Radar xuyên đất (GPR)

Radar xuyên đất (Ground Penetrating Radar - GPR) là phương pháp địa vật lý sử dụng sóng điện từ (thông thường trong dải tần số từ 10 – 2.000 MHz) để nghiên cứu các cấu trúc tầng nông dưới mặt đất nhằm mục đích dự báo sạt lở, sụt lún, vẽ bản đồ công trình ngầm đô thị, khảo cổ, các công trình giao thông, xây dựng, quản sự, ... Sóng radar có thể truyền qua một số chất lỏng, nhưng khả năng truyền và mức độ suy giảm của sóng radar phụ thuộc vào các yếu tố độ dẫn điện, điện môi và khả năng hấp thụ của chất lỏng đó. Chúng tôi đã sử dụng thiết bị Zond-12c do hãng Georadar Systems (Latvia) sản xuất. Phần mềm dùng để thu thập và xử lý dữ liệu là Prism có khả năng dựng hình kèm. Loại anten được sử dụng là anten không màn chắn ở tần số 150 MHz; độ sâu khảo sát đến 20 m (Hình 4).

Hình 5. Thực hiện hồ khoan HK1 ven bờ Bầu Bả

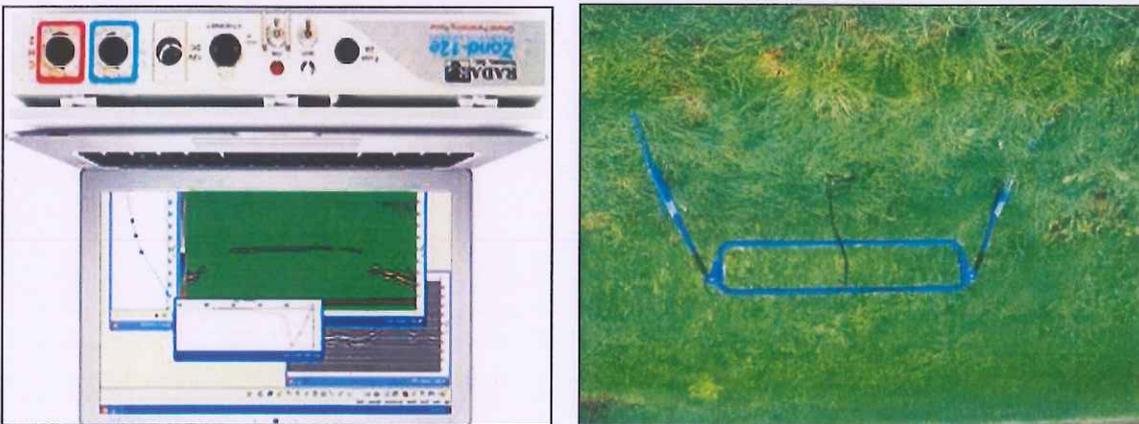


- Khoan máy tòng công 3 hồ khoan đến độ sâu 30,0 m nhằm làm sáng tỏ và đánh giá điều kiện địa chất công trình và lấy các mẫu đất cho thí nghiệm trong phòng.
- Tiến hành thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT) trong tất cả các hồ khoan với tần suất 2,0 m/lần thí nghiệm.
- Công tác giám sát hiện trường do kỹ sư, kỹ thuật viên địa chất đảm trách dưới sự giám sát chặt chẽ về kỹ thuật của giám sát viên trong suốt quá trình khoan.
- Thí nghiệm trong phòng các mẫu đất được lựa chọn để xác định tính chất cơ lý của các lớp đất nằm dưới khu vực nghiên cứu.
- Lập và trình duyệt báo cáo khảo sát địa chất trong đó nêu các thông tin thực tế về điều kiện địa chất công trình của khu vực.

Công tác khảo sát DCCT được tiến hành bao gồm các công việc (Hình 5):

### 5.6. Phương pháp khoan DCCT

Hình 4. Anten 150 MHz không màn chắn (trái) và bộ phận thu thập dữ liệu (phải)



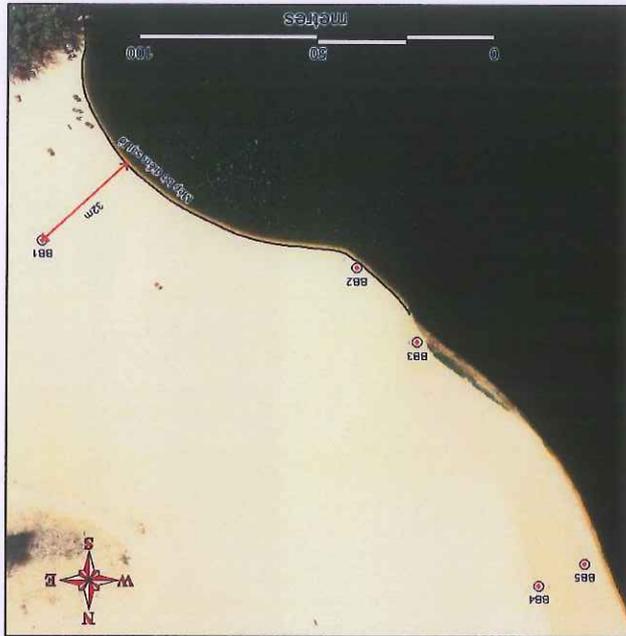
Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sụt lún và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

### 5.7. Phương pháp khảo sát, quan trắc cát bay

Phương pháp này được thực hiện để đánh giá lượng cát bay bồi tụ trên bề mặt địa hình của đê cát xâm nhập vào hồ. Có 05 vị trí quan trắc cát bay được bố trí như Hình 6, gồm:

- Điểm BB1 được bố trí nằm ở nơi có địa hình thấp, bằng phẳng, vuông góc với hướng gió, cách mép nước điểm sát lở khoảng 32 m.
- Điểm BB2 và BB3 bố trí nơi có địa hình thấp, chân đê cát nằm cạnh mép nước về phía tây bắc của điểm sát lở.
- Điểm BB4 bố trí nơi có địa hình trung bình, sườn đê cát và điểm BB5 ở địa hình cao, đỉnh đê cát ven bờ Bàu Bả.

Các công việc thực hiện gồm san phẳng bề mặt vị trí đo đạc; dùng cây chông và dây căng cố định tâm vài có diện tích (dài 3 m, rộng 1 m) vuông góc với hướng gió và đặt nằm nghiêng so với mặt đất khoảng 30°. Do tốc độ gió ở khu vực này khá mạnh (8 – 10 m/s, giật 12 m/s) vào buổi trưa đến chiều tối (từ 13h đến 20h) nên lượng cát bay, nhầy lớn vì thế cứ 01 giờ dùng dụng cụ đo thể tích và trọng lượng để định lượng cát bay bồi tụ.



Hình 6. Vị trí các điểm quan trắc cát bay

### 5.8. Phương pháp bay đo địa hình bằng UAV (Unmanned Aerial Vehicles – UAV)

Đề đo vẽ đối tượng địa lý và địa hình tỷ lệ 1:5.000 của vùng nghiên cứu, chúng tôi đã tuân thủ quy trình thực hiện các bước theo hướng dẫn trong Thông tư 07/2021 ngày 30/06/2021 của Bộ Tài nguyên và Môi trường (TNMT) về Quy định kỹ thuật thu nhận và xử lý dữ liệu ảnh số từ tàu bay không người lái phục vụ xây dựng, cấp nhật cơ sở dữ liệu (CSDL) nền địa lý quốc gia tỷ lệ 1:2.000, 1:5.000 và thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500, 1:1.000. Thiết bị bay do là Phantom 4 RTK, máy UAV và dụng cụ đo đạc được kiểm tra và kiểm nghiệm, hiệu chỉnh các tính năng hoạt động, chỉ tiêu kỹ thuật theo đúng quy trình nhằm

Chúng tôi sử dụng công nghệ GPS RTK để đo đạc cao độ và tọa độ mép mức nước ven hồ phục vụ đánh giá hình thái hồ. RTK (viết tắt của Real Time Kinematics) là phương pháp định vị động học thời gian thực, là kỹ thuật phức tạp giúp loại bỏ các lỗi và nâng cao độ chính xác đến mức tối đa khi định vị vệ tinh GNSS.

**Đo đạc cao độ đường bờ hồ**

Sử dụng thiết bị UAV (Phantom 4 RTK) để xác định đường bờ Bầu Trảng (Hình 8).

**Xác định đường bờ hồ**

**5.9. Phương pháp khảo sát hình thái hồ**

Khu vực bay đo địa hình chi tiết khu vực đê I Trinh Nữ và một phần Bầu Bà có tổng diện tích 240 ha, trong đó phần phía trên mặt đất 186,5 ha (chiếm 77,7%), phần diện tích mặt nước 53,5 ha (chiếm 22,3%) tổng diện tích khu vực bay đo. Có tất cả 13 tuyến, mỗi tuyến cách nhau 100 m theo hướng đông bắc – tây nam, tổng chiều dài là 25.990 m.

**Địa hình khu đê I Trinh Nữ**

Với tổng diện tích khảo sát là 1.161 ha, chúng tôi đã thành lập Bản đồ địa hình tỷ lệ 1:5.000 qua bay đo 15 tuyến chính, 8 tuyến phụ, 93 điểm đo chính, 24 điểm đo phụ và 17 điểm đo bổ sung. Mười lăm (15) tuyến đo chính cắt ngang khu vực Bầu Trảng theo hướng đông bắc – tây nam, trong đó từ tuyến 1 đến tuyến 7 nằm ở khu vực Bầu Bà, riêng tuyến 8 nằm trên phần đất nối giữa hai bầu và từ tuyến 9 đến tuyến 15 nằm trong khu vực Bầu Ông, tổng chiều dài là 30.460 m.

**Địa hình khu vực Bầu Trảng**

**Hình 7.** Thiết bị UAV bay đo Phantom 4 RTK



đảm bảo độ chính xác nằm trong giới hạn cho phép trước khi được đưa vào sử dụng. Thiết bị đi kèm gồm 02 máy Kolidra K5 plus 2 tần số và 1 máy Emild RS2 2 tần số (chức năng đo RTK). Độ chính xác:  $\pm (3 \text{ mm} + 0,5 \text{ ppm.D})$ ;  $\pm (5 \text{ mm} + 0,5 \text{ ppm.D})$  (Hình 7).

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

Chúng tôi đã sử dụng máy đo lưu lượng dòng chảy ADCP của hãng Teledyne-RD Instruments. ADCP được thiết kế dành riêng để đo lưu lượng sông, kênh rạch, có phạm vi hoạt động từ 25 cm đến 65 m. Thiết bị cung cấp cho người dùng 5 tia đo siêu âm chính xác. ADCP sử dụng một loạt bộ chuyển đổi âm thanh phát và nhận ping từ các hướng khác nhau. Thiết bị có thể được gắn trực tiếp trên một vật thể đứng yên như phao neo, trên dây biển hoặc được gắn vào một phương tiện di chuyển, chẳng hạn như tàu hoặc các phương tiện không người lái dưới nước và trên mặt nước (Hình 9).

ADCP (Acoustic doppler current profiler) là máy đo dòng thủy âm trong tự như sóng siêu âm, được sử dụng để đo vận tốc dòng nước ở các độ sâu bằng cách sử dụng hiệu ứng Doppler của sóng âm thanh phản xạ lại từ các hạt trong cột nước.

**Đo đạc dòng chảy trong hồ**

Nguyên lý đo sâu hồi âm thực chất là áp dụng công thức  $S=v*t$ . Trong đó: S là khoảng cách truyền âm; v là vận tốc âm hay còn gọi là tốc độ âm; t là thời gian truyền âm. Trong thực tế khi bộ phận phát ra sóng âm truyền qua nước gặp bề mặt phản xạ âm sẽ dội lại bộ phận ghi nhận. Tốc độ âm là một hằng số do đó thời gian truyền âm sẽ là biến số, từ đó suy ra khoảng cách từ bộ phận phát sóng âm đến bề mặt phản xạ là  $h=S/2=1/2(v*t)$ .

Để đánh giá được địa hình đáy lòng hồ sử dụng công nghệ đo sâu hồi âm kết hợp với định vị GNSS RTK. Đo sâu hồi âm là công nghệ sử dụng sóng âm để xác định khoảng cách từ bộ phận phát tín hiệu tới bề mặt (bùn, cát, đáy sông, đáy biển, đáy ao hồ...).

**Đo đạc địa hình lòng hồ**

**Hình 8.** Tiến hành đo đạc xác định bờ hồ bằng thiết bị UAV



Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Trảng"

Sử dụng phần mềm Geostudio phân tích, đánh giá mức độ ổn định bờ Bầu Trảng. Geostudio là phần mềm tính toán địa kỹ thuật gồm nhiều modul tính toán phục vụ cho các mục đích khác nhau, gồm có:

- SLOPE/W: modul phân tích ổn định mái dốc với nhiều phương pháp tính toán như Fellenius, Bishop, Janbu, Spencer, Morgenstern - Price, ... Các phương pháp này đều dựa trên tính toán cân bằng giới hạn.

**5.10. Phương pháp mô hình hóa**

**Hình 10.** Hệ thống đo mực nước và nhiệt độ không khí tại Bầu Bả



Sử dụng cảm biến LIDAR TF-Luna để xác định được d1. TF-Luna sử dụng một đầu phát tia laser để phát ra ánh sáng laser. Tia laser này được phát ra liên tục và có một bước sóng nhất định. Tia laser chạm vào phao đo trong môi trường và phản xạ trở lại cảm biến. Từ d1, sử dụng công thức để tính ra được d2, d2 chính là độ sâu mực nước so với vị trí dây hồ (Hình 10).

**Đo mực nước**

**Hình 9.** Thiết bị ADCP sử dụng đo đặc tại Bầu Bả



Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

Sử dụng phần mềm Mapinfo để số hóa, biên tập 7 bản đồ thành phần theo tiêu chí xác định. Tiếp đến dùng công cụ Vertical mapper chuyển đổi từ dạng vector sang raster để làm dữ liệu đầu vào cho việc chồng ghép bản đồ nguy cơ sạt lở bờ hồ. Sử dụng công cụ Raster Calculator chồng chấp 7 bản đồ thành phần, sau đó khoanh vùng nguy cơ bằng cách sử dụng công cụ Reclassified thành 05 cấp (Rất thấp, thấp, Trung bình, Cao và Rất cao) theo mô hình Natural Breaks (phù hợp với thực tế nhất), kết quả có được bản đồ nguy cơ sạt lở,

**Bản đồ khoanh vùng nguy cơ sạt lở bờ khu vực Bàu Trảng**

Sử dụng công cụ GIS để quản lý, truy xuất, phân tích thông tin địa lý và tạo ra các bản đồ tương tác để trình bày thông tin địa lý theo cách dễ hiểu và trực quan.

**3) Kết quả điều tra, khảo sát hiện trạng sạt lở vùng nghiên cứu (50 phiếu điều tra).**

- Các tư liệu ảnh viễn thám và bản đồ gồm: (1) Các ảnh vệ tinh có độ phân giải cao năm 2006 (tỷ lệ 1:2.000) và rất cao như hiện nay năm 2033 (0,5 m/point) 2006 đến 2023; và (2) Tài liệu bản đồ địa hình từ năm 2006 đến 2023.

**2) Ảnh viễn thám và bản đồ**

- Ảnh vệ tinh (2006, 2013, 2018, 2021, 2023).
- Bản đồ hiện trạng sử dụng đất huyện Bắc Bình tỉ lệ 1:25.000 (2020, 2023).
- Bản đồ địa hình tỉ lệ 1:10.000 (2006, 2023).
- chất công trình, thổ nhưỡng, khí tượng - thủy văn, biên đổi khí hậu.
- Tài liệu và bản đồ địa chất - kiến tạo, địa hình - địa mạo, địa chất thủy văn - địa hoạch phát triển huyện Bắc Bình.
- Tài liệu về điều kiện tự nhiên, tài nguyên, môi trường, KT-XH và các dự án, quy

Thu thập tài liệu liên quan vừa thể hiện những nét khái quát tổng quan toàn vùng nghiên cứu (Xã Hoà Thành), đồng thời cung cấp chi tiết về thực trạng sạt lở khu vực Bàu và khu đổi Trinh Nữ (điểm sạt lở ven bờ trái Bàu Bà). Cụ thể:

**1) Tài liệu thu thập, biên hội**

Bản đồ hiện trạng sạt lở bờ Bàu Trảng được thành lập trên cơ sở các dữ liệu:

**Bản đồ hiện trạng sạt lở bờ Bàu Trảng**

**5.11. Phương pháp thành lập bản đồ**

- SEEP/W: modul phân tích dòng chảy ngầm trong đất dựa trên mô hình phương pháp phần tử hữu hạn dùng để mô phỏng dòng thấm, dòng nước ngầm trong đất.
- QUAKE/W: modul phân tích động đất và tải trọng động sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn.
- SIGMA/W: modul phân tích ứng suất và biến dạng của đất sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn.

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Trảng"

## 6. BỘ CỤC CỦA BẢO CẢO TỔNG KẾT

Bảo cảo tổng kết gồm 3 phần: Phần Mở đầu, Phần Kết luận và Phần Kết quả có 4 Chương như sau:

**Chương 1.** Tổng quan nghiên cứu – Đặc điểm tự nhiên và kinh tế - xã hội.  
**Chương 2.** Kết quả khảo sát, danh gia đặc điểm các yếu tố tự nhiên, xã hội khu vực Bầu Trảng.

**Chương 3.** Các yếu tố và nguyên nhân gây sạt lở - Khoanh vùng nguy cơ sạt lở bờ khu vực Bầu Trảng.  
**Chương 4.** Các giải pháp bảo vệ bờ khu vực Bầu Trảng.

## 7. TÀI LIỆU SỬ DỤNG

Ngoài các dữ liệu thu thập, các tài liệu tham khảo liên quan (mục TÀI LIỆU THAM KHẢO), bảo cảo tổng hợp này còn sử dụng các kết quả của 10 Bảo cảo chuyên đề của đề tài, cụ thể:

1) Bảo cảo chuyên đề: "Khảo sát hiện trạng sạt lở bờ hào".

Chủ nhiệm chuyên đề: ThS. Lưu Hải Tùng

Tham gia thực hiện: TS. Đào Văn Tuyết

ThS. Nguyễn Quang Dũng

CN. Phan Thị Thanh Thảo

2) Bảo cảo chuyên đề: "Đo ảnh diện xác định các mắt trượt và quan trắc rung động bờ hào".

Chủ nhiệm chuyên đề: ThS. Nguyễn Quang Dũng

Tham gia thực hiện: TS. Đặng Hoài Trung

CN. Nguyễn Văn Sỹ

3) Bảo cảo chuyên đề: "Địa chất công trình xác định các mắt trượt".

Chủ nhiệm chuyên đề: KS. Nguyễn Văn Lâm

Tham gia thực hiện: CN. Nguyễn Văn Sỹ

ThS. Nguyễn Quang Dũng

4) Bảo cảo chuyên đề: "Khảo sát địa hình khu vực nghiên cứu".

Chủ nhiệm chuyên đề: ThS. Lưu Hải Tùng

Tham gia thực hiện: ThS. Duong Bá Mẫn

ThS. Mai Đức Trần

5) Bảo cảo chuyên đề: "Khảo sát hình thái Bầu Trảng".

Chủ nhiệm chuyên đề: ThS. Mai Đức Trần

Tham gia thực hiện: KS. Nguyễn Hữu Tuấn

ThS. Lưu Hải Tùng

6) Báo cáo chuyên đề: "Quan trắc mực nước hồ".

Chủ nhiệm chuyên đề: TS. Phạm Hồng Xuân

Tham gia thực hiện: TS. Đào Văn Tuyết

CN. Nguyễn Thanh Toàn

7) Báo cáo chuyên đề: "Sử dụng đất khu vực nghiên cứu".

Chủ nhiệm chuyên đề: TS. Lưu Hải Tùng

Tham gia thực hiện: TS. Nguyễn Quang Dũng

8) Báo cáo chuyên đề: "Hoạt động du lịch khu vực Bầu Trảng".

Chủ nhiệm chuyên đề: CN. Phan Thị Thanh Thảo

Tham gia thực hiện: KS. Nguyễn Phi Hùng

9) Báo cáo chuyên đề: "Kết quả thực hiện mô hình Geostudio và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ hồ".

Chủ nhiệm chuyên đề: TS. Lê Xuân Bảo

Tham gia thực hiện: TS. Phạm Ngọc Thịnh

TS. Đặng Văn Phú

TS. Nguyễn Thị Mai Sương

10) Báo cáo chuyên đề: "Ứng dụng công nghệ bản đồ, viễn thám và tài liệu lịch sử theo dõi biến động mặt nước Bầu Trảng trong hơn 200 năm qua và xác định kiến tạo phân thủy địa hình khu vực Bầu Trảng dựa trên mô hình độ cao số (DEM)".

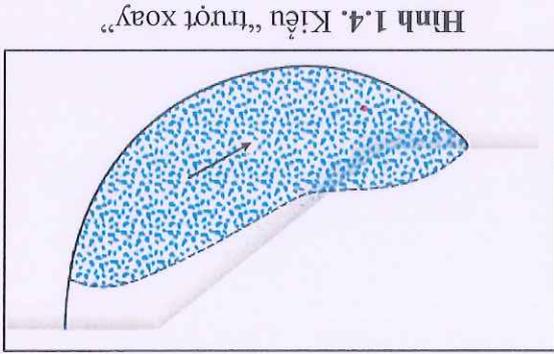
Chủ nhiệm chuyên đề: KS. Nguyễn Hữu Tuấn

Tham gia thực hiện: TS. Lê Ngọc Thanh

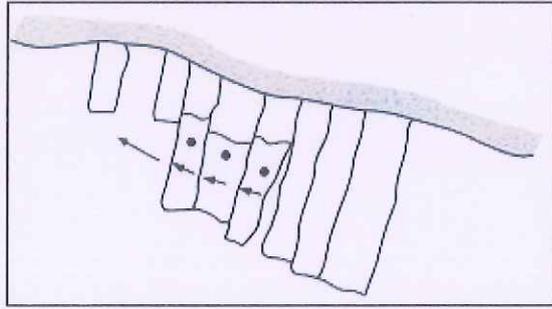
ThS. Lưu Hải Tùng

ThS. Mai Đức Trần

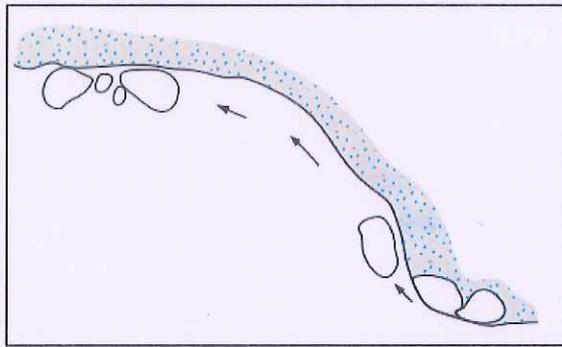




Hình 1.4. Kiểu "trượt xoay"



Hình 1.3. Kiểu "trượt lở"



Hình 1.2. Kiểu "trượt lán"

Mặt đất làm một góc nghiêng đối với mặt nằm ngang được gọi là mái dốc, hình thành do tự nhiên hoặc nhân tạo. Mái dốc có thể trượt theo nhiều kiểu khác nhau. Cruden and Varves (1996) [29] đã phân hiện tượng đổ lở mái dốc thành năm kiểu chính như sau:

1. **Trượt lán (Fall):** sự tách rời các mảnh đất đá và rơi xuống theo mái dốc (Hình 1.2).
2. **Trượt lở (Topple):** sự lăn tròn của các khối đất đá quanh một trục nằm dưới trọng tâm của chúng (Hình 1.3).
3. **Trượt xoay (Slide):** sự chuyển động xuống của khối đất xây ra trên mặt trượt (Hình 1.4).
4. **Trượt tinh tiến (Spread):** một dạng sát trượt bằng chuyển động tịnh tiến, xảy ra bởi chuyển động đột ngột của lớp cát/bột chứa nước (Hình 1.5)
5. **Trượt dòng (Flow):** sự chuyển động xuống của khối đất tương tự như chất lỏng (Hình 1.6).

### 1.1.2. Phân loại sát trượt đất đá

Trong Nhóm nhân tố cuối chủ yếu là nguồn kích thích do động đất hoặc rung động nhân tạo, đóng vai trò kích hoạt sát lở đất đá.

- Nhóm nhân tố kích thích gây sát lở đất đá.
- Nhóm nhân tố biến động, và
- Nhóm nhân tố tiềm ẩn,

Các nhân tố và cơ chế phát sinh sát lở đất đá chia thành 3 nhóm nhân tố:

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sát lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Tràng"

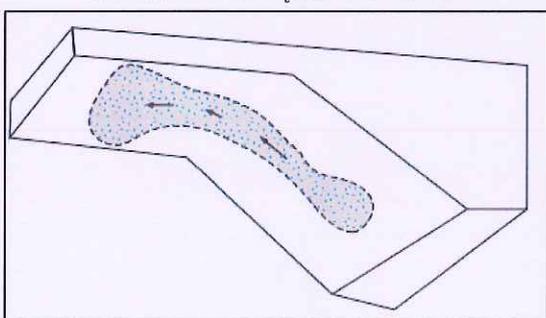
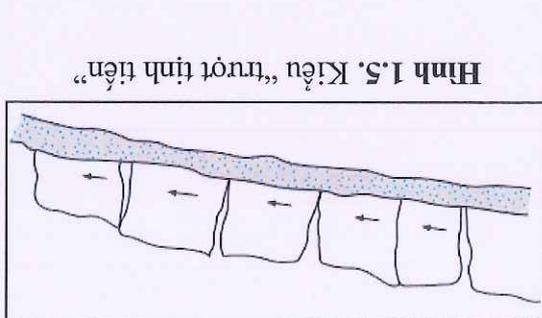
Ở Việt Nam các TBDC đa dạng về chủng loại, có mặt ở cả vùng núi, cao nguyên, đồng bằng, ven biển và thêm lúc địa. Hơn 30 năm trở lại đây, công tác nghiên cứu TBDC, phân vùng và dự báo TBDC trên vùng lãnh thổ đã được thực hiện mạnh mẽ do nhiều cơ quan khác nhau tiến hành như: Viện Địa chất, Viện Địa lý tại nguyên TP.HCM, Đại học Mỏ - Địa

### 1.1.4. Các nghiên cứu trong nước

Sắt trượt đất đá là một trong những TBDC xảy ra phổ biến và thường xuyên ở nhiều nơi trên thế giới và đã được quan tâm, nghiên cứu từ nhiều năm trước. Từ những năm 1990, các bản đồ phân vùng tại biên trượt ở đất đá đã được thành lập dựa trên phân cấp thuộc tính tại biên của nó ở nhiều nơi trên thế giới [28, 30]. Việc thành lập các bản đồ nguy cơ tính tại biên dựa trên các thuộc tính của khoa học và công nghệ, việc thành lập các bản đồ phân vùng nguy cơ với sự phát triển của khoa học và công nghệ, việc thành lập các bản đồ phân vùng nguy cơ tại biên trượt ở đất đá đã có nhiều cải tiến. Hiện nay, có nhiều phương pháp mới trong việc thành lập các bản đồ nguy cơ trượt lở như phương pháp tần số, tần suất trên cơ sở công nghệ viễn thám [27]. Ahmed [26] cũng đã đưa ra phương pháp ứng dụng phân tích đa chỉ tiêu MCDA (Multi-criteria decision analysis) nhằm đánh giá nguy cơ trượt lở đất. Phương pháp này sử dụng quá trình đánh giá có trọng số và quy trình phân tích thứ bậc (AHP-Analytical Hierarchy Process). Quy trình phân tích thứ bậc (AHP) cũng đã được ứng dụng trong đánh giá phân bố không gian nguy cơ trượt lở [31].

Tại biên địa chất (TBDC) nơi chung, trượt lở đất đá nơi riêng xảy ra ở nhiều nơi trên thế giới và thường gây ra nguy hiểm hoặc đe dọa đến tính mạng, sức khỏe và tài sản của con người hoặc đối với môi trường sinh thái. Trong những năm gần đây, mặc dù có sự phát triển vượt bậc của khoa học và công nghệ, các TBDC như trượt lở đất đá, dòng bùn, lũ bùn đá, sụt lún mặt đất, động đất... vẫn sẽ là mối hiểm họa và thách thức đối với loài người và sự phát triển bền vững KT-XH ở nhiều nước trên thế giới. Việc tìm ra các giải pháp phù hợp để ngăn chặn, giảm thiểu tác động, thiệt hại do TBDC gây ra là rất cần thiết. Thực tế cho thấy, với bất kỳ quốc gia nào trên thế giới, phát triển KT-XH đều phải gắn liền với công tác nghiên cứu phòng tránh giảm nhẹ thiên tai, trong đó có TBDC.

### 1.1.3. Các nghiên cứu trên thế giới



Hình 1.6. Kiểu "trượt dòng"

Hình 1.5. Kiểu "trượt tĩnh tiến"

Việc tích hợp công nghệ viễn thám và GIS vào dự báo trượt lở đất cũng đã nhận được sự quan tâm của nhiều nhóm nghiên cứu. Nguyễn Ngọc Thạch [15] đã tiến hành nghiên cứu ứng dụng viễn thám - GIS để cảnh báo các tai biến thiên nhiên, trong đó có trượt lở đất tại tỉnh Hòa Bình. Tác giả sử dụng ảnh vệ tinh Landsat TM kết hợp với các nguồn thông tin khác như cấu trúc địa chất, địa mạo, lớp phủ thực vật, độ dốc và hướng dốc (chỉết tách từ DEM), hệ thông thủy văn,... và kết quả khảo sát thực địa. Tưng lớp thông tin về các đới tương trong khu vực nghiên cứu được đánh giá và phân loại theo các chỉ số nhạy cảm với các tai biến trượt lở để xây dựng bản đồ nguy cơ trượt lở đất với tỷ lệ 1:100.000. Nguyễn

thành lập bản đồ phân vùng.

Ninh và Hòa Bình. Các tỉnh Hà Tĩnh và Quảng Bình, Quảng Trị chưa được đánh giá và Biên, Sơn La, Hà Giang, Cao Bằng, Bắc Kạn, Tuyên Quang, Bắc Giang, Lạng Sơn, Quảng Đông đã tỷ lệ 1:50.000 cho 15 tỉnh: Nghệ An, Thanh Hóa, Lào Cai, Yên Bái, Lai Châu, Điện Biên. Đề án đã hoàn thành công tác lập bản đồ phân vùng cảnh báo nguy cơ trượt lở Quảng Trị. Hà Giang, Bắc Giang, Quảng Ninh, Hòa Bình, Lạng Sơn, Hà Tĩnh, Quảng Bình và Nghệ An, Lào Cai, Yên Bái, Sơn La, Lai Châu, Điện Biên, Cao Bằng, Bắc Kạn, Tuyên Quang bản đồ hiện trạng trượt lở đất đã tỷ lệ 1:50.000 trên 18 tỉnh miền núi gồm: Thanh Hóa, Từ năm 2012 - 2018, Viện Địa chất và Khoáng sản - Bộ TNMT đã triển khai và xây

bùn đá.

phần vào công tác cảnh báo, di dân ra khỏi những vùng nguy hiểm do trượt lở, lũ quét, lũ số khu vực trọng điểm như Hà Giang, Lào Cai, Điện Biên. Kết quả nghiên cứu này đã góp các bản đồ phân vùng nguy cơ trượt lở, lũ bùn đá ở tỷ lệ lớn 1:50.000 đến cấp huyện ở một huu cơ giữa trượt lở, lũ quét, lũ bùn đá. Nguyễn Trọng Yem và nk [24] cũng đã thành lập thị trấn Tuấn Giao, thị trấn Điện Biên Đông, thị trấn Tủa Chùa. Để tài đã chỉ ra mối quan hệ phát sinh của chúng trên phạm vi toàn tỉnh cũng như tại 5 vùng trọng điểm: thị xã Điện Biên, trấn trượt lở, lũ bùn đá, lũ quét ở Lai Châu trong giai đoạn 1988 - 1996 và dự báo khả năng đã được thực hiện. Điện hình, Vũ Cao Minh và nk [13] tiến hành phân tích diễn biến các một số huyện, tỉnh hoặc ở một số khu tập trung đông dân cư, một số tuyến đường giao thông Trong thời gian qua, một loạt các công trình nghiên cứu chi tiết về sạt trượt đất ở

Thành và nk [18].

nk [22-25], Nguyễn Dịch Dý và nk [2], Trần Trọng Huệ và nk [5-8], Nguyễn Quốc vi toàn quốc. Các công trình khoa học quan trọng được kể ra như Nguyễn Trọng Yem và phong, đã thực hiện nhiều đề tài, dự án nghiên cứu vấn đề tai biến trượt lở đất đã trên phạm trong. Trong đó, Viện Địa chất - Viện Hàn lâm KHCNVN là một trong các đơn vị đi tiên đã đã được nhiều nhà khoa học, các cơ quan từ trung ương đến địa phương quan tâm và chủ lo đất đá là một trong những TBDC xây ra phổ biến nhất. Công tác nghiên cứu trượt lở đất quét, lũ bùn đá... và chịu nhiều tác động, thiết hại do các TBDC này gây ra. Trong đó, trượt Việt Nam là một trong những nước thường xảy ra các TBDC như trượt lở đất đá, lũ

### **Đới với khu vực phía Bắc**

Viện KHTL miền Nam, Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung, chất, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Nam,



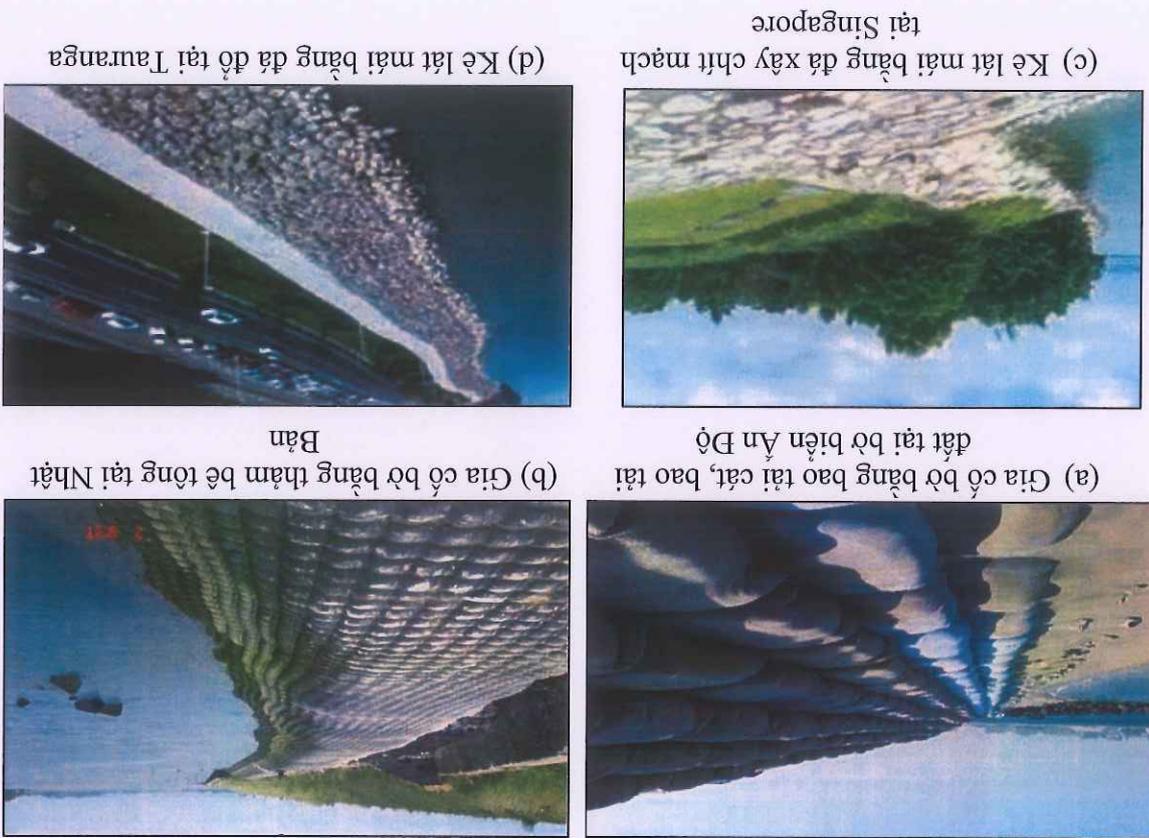
Giải pháp kê sinh thái sử dụng cây trồng dọc hai bên bờ sông để bảo vệ bờ khỏi xói lở, ví dụ như cây dưa nước, mấm (trăng), bần, cỏ Vetiver, bèo tây (lục bình)... (Hình 1.8).

2) Giải pháp mềm

đôi đơn giản, dễ duy tu bảo dưỡng.

Nhìn chung các giải pháp trên có độ mềm thoải, tính ổn định cao, thi công tương

Hình 1.7. Giải pháp bao vệ bờ hồ trên Thế giới (nhóm giải pháp cứng)



Nhóm giải pháp cứng còn được gọi là giải pháp gia cố bờ, tạo lớp phủ bảo vệ bờ bằng vật liệu tốt hơn, bền vững hơn và có khả năng chống lại tác động bất lợi của sóng, gió... Một số dạng công trình bao vệ bờ đã được xây dựng trên thế giới (Hình 1.7a,b,c,d).

1) Giải pháp cứng

**Giải pháp công trình**

**1.1.5. Các giải pháp chống xói lở bờ hồ trên thế giới**

**B) CÁC CÔNG TRÌNH BẢO VỆ BỜ HỒ TRÊN THẾ GIỚI VÀ TRONG NƯỚC**

- Đã ứng dụng các công nghệ mới như viên thấm, GIS, mô hình tính toán mới trong các nghiên cứu về tai biến trượt lở đất đá, bước đầu ứng dụng trí tuệ nhân tạo, học máy, vào công tác nghiên cứu, cảnh báo sớm trượt lở đất đá.

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Tráng"

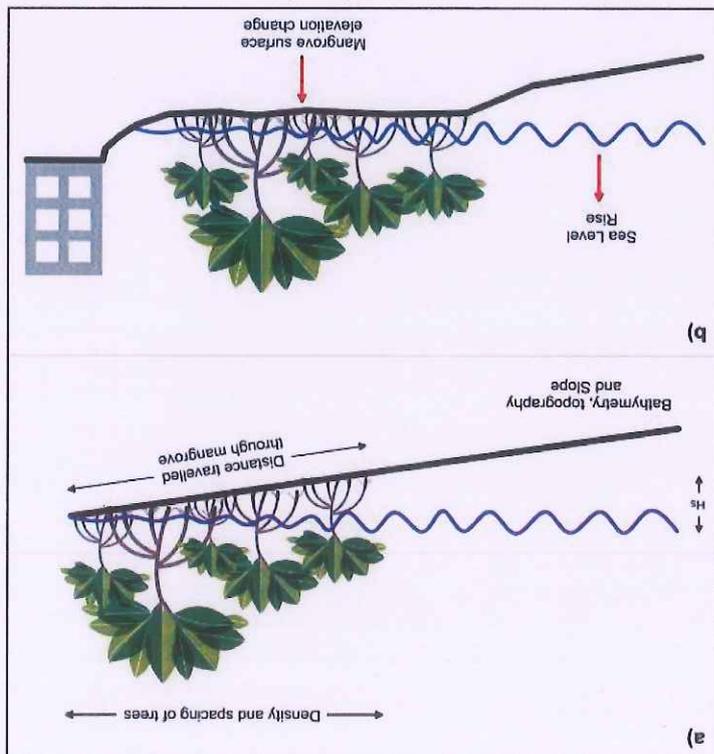
Hình 1.9. Ứng dụng cỏ Vetiver bảo vệ bờ (Nguồn: Vetiver.org)



Cây cỏ Vetiver, được trồng rải ở nhiều quốc gia như Zimbabwe, Indonesia, ... với hệ thống rễ phát triển mạnh, được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Đặc biệt, nó rất hiệu quả trong việc phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai như: lũ lụt, xói mòn, sạt lở đất dốc, xói lở bờ sông, bờ biển, bảo vệ taluy đường, bờ kênh mương, đê đập, ... (Hình 1.9).  
 làm giảm sóng trên mặt nước.

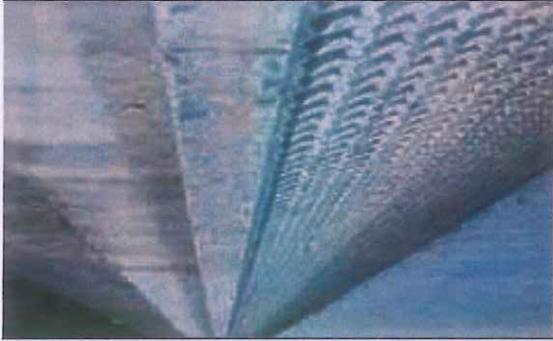
Tham thực vật còn có khả năng chống xói mòn và tăng cường lắng đọng trầm tích. Chúng cũng cung cấp nguồn thức ăn và môi trường sống cho cá, chim và côn trùng. Mức độ hiệu quả của thảm thực vật trong việc bảo vệ bờ phụ thuộc vào loại thảm thực vật, chiều cao, mật độ của thảm thực vật, địa hình khu vực áp dụng, chiều cao và thời gian của sóng, cũng như độ sâu của nước. Giải pháp này được mệnh danh là "ecosystem engineering" bởi vì sự kết hợp của các đặc tính nội tại của chúng làm giảm thiểu đáng kể xói mòn đáy đồng thời

Hình 1.8. Bảo vệ bờ biển bằng thảm thực vật

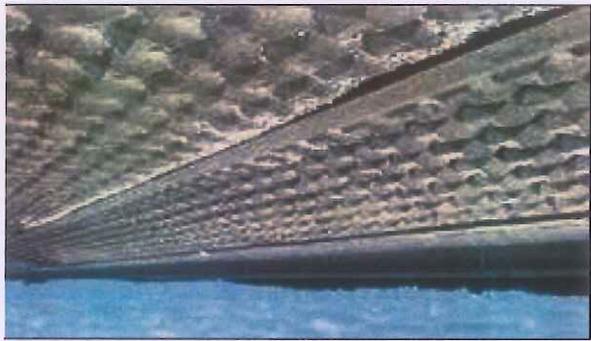


Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Tràng"

(b) Kè mái nghiêng bằng cầu kiến bê tông lắp ghép tại Tiền Giang



(a) Kè mái nghiêng bằng cầu kiến bê tông lắp ghép tại Bến Tre



(Hình 1.11a,b,c).

Một số kết cấu phổ biến của công trình bảo vệ bờ hồ như: kè dằng mái nghiêng, kè tường góc, kè bản tường cũ bê tông, kè rọ đá, .... Dựa vào địa chất nền, phạm vi giải tỏa và nhu cầu sinh hoạt của người dân để áp dụng kết cấu phù hợp cho từng vùng, từng vị trí

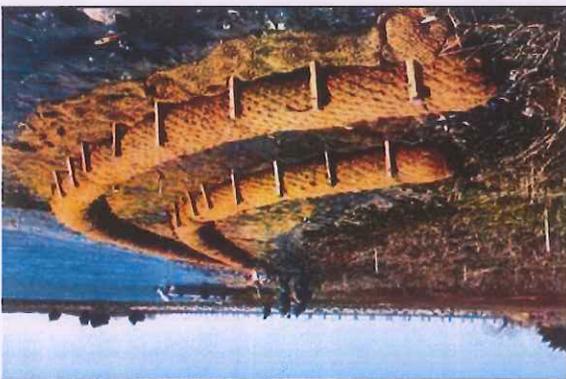
**Giai pháp cứng**

**1.1.6. Các giải pháp chống sạt lở bờ hồ ở Việt Nam**

Giai pháp phi công trình tập trung vào các biện pháp quản lý và quy hoạch để nhằm ngăn ngừa và giảm thiểu xói lở. Giải pháp ngăn ngừa bao gồm việc nâng cao nhân lực công đồng về bảo vệ bờ hồ, xây dựng các thể chế và chính sách xã hội phù hợp, quy hoạch lại và di dời dân cư ra khỏi các khu vực có nguy cơ sạt lở cao... Việc này không chỉ đảm bảo an toàn cho người dân mà còn giảm áp lực lên bờ sông, giúp duy trì sự ổn định của các khu vực này trong thời gian dài. Kinh nghiệm thu thập từ các khu vực tiên tiến trên thế giới được phân tích, tổng kết để hoàn thiện hệ thống chính sách phù hợp tại Việt Nam.

**Giai pháp phi công trình**

Hình 1.10. Bảo vệ bờ bằng rơm, cỏ khô bên xo đũa



Ngoài ra, việc sử dụng các vật liệu hữu cơ như gỗ, phụ phẩm nông nghiệp và xo đũa cũng là một phương pháp phổ biến. Nhưng vật liệu này không chỉ thân thiện với môi trường mà còn cung cấp dinh dưỡng cho thảm thực vật, góp phần vào sự phát triển bền vững của hệ sinh thái ven sông (Hình 1.10).

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở bờ Bắc Trảng" các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bắc Trảng"

Hình 1.12. Giải pháp trồng cây bản, dựa nước chống xói lở bờ ở DBSSCL



1.12 như dưới đây.

Thảm cỏ, cây dừa nước, mấm (trăng), bản, cỏ Vetiver, bèo tây (lục bình)... đã được sử dụng tại nhiều khu vực tại Việt Nam. Một số hình ảnh trồng bản, cây dừa nước để bảo vệ chống xói mái bờ sông, kênh vùng Đồng bằng sông Cửu Long (phần vĩ ứng dụng chỉ cho những trường hợp dòng chảy, sông không lớn, sông không sâu) được thể hiện qua các Hình

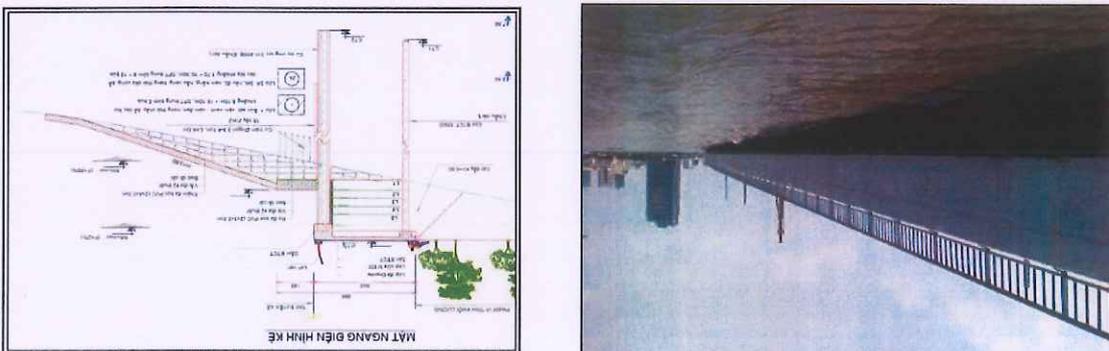
1.12 như dưới đây.

1) Giải pháp kỹ thuật sinh thái sử dụng thảm thực vật hoặc các vật liệu thân thiện môi trường để bảo vệ bờ sông

### **Giai pháp mềm**

Các giải pháp thuộc nhóm công trình phát huy được lợi thế ổn định bờ, tuy nhiên nhược điểm là không thân thiện môi trường, giá thành cao.

Hình 1.11. Một số công trình bảo vệ bờ sông trong nước (c) Bảo vệ bờ sông bằng cứ dự ứng lực Khu đô thị Thủ Thiêm



Dề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Trảng"

Giải pháp bảo vệ bờ bằng thảm cỏ được sử dụng nhiều ở miền Trung và miền Bắc nước ta (đê sông Hồng, sông Thái Bình, sông Mã, sông Hương) (Hình 1.13).



**Hình 1.13.** Giải pháp bảo vệ bờ sông bằng thảm cỏ

2) Gia cố bờ bằng các hàng cọc liên kết với nhau

Giải pháp này phù hợp tại những vị trí sông và độ sâu không quá lớn. Biện pháp này thi công nhanh, đơn giản, đơn giản do tận dụng được vật liệu địa phương, ít gây tác động xấu tới các khu vực lân cận. Tuy nhiên nên kết hợp với các giải pháp khác để hạn chế tương hợp chắn tương bị xói sâu (Hình 1.14a,b,c,d).



(a) Bảo vệ bờ bằng cọc đũa tại Cù Lao Hưng Phong  
(b) Gia cố bằng cọc trạm tại Kiên Giang

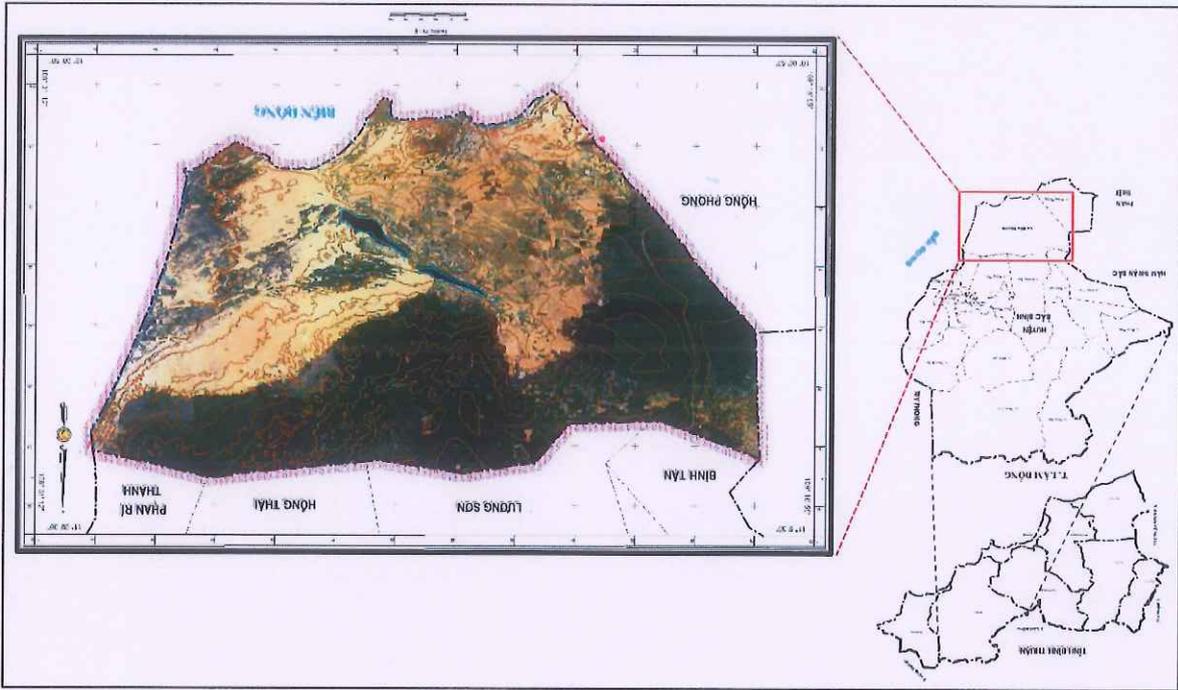


(c) Bảo vệ bờ bằng cọc đũa tại Cà Mau  
(d) Bảo vệ bờ bằng cọc PVC tại huyện U Minh

**Hình 1.14.** Giải pháp bảo vệ bờ bằng cọc



Hình 1.19. Bản đồ vị trí vùng nghiên cứu (thu từ tỉ lệ 1:10.000)

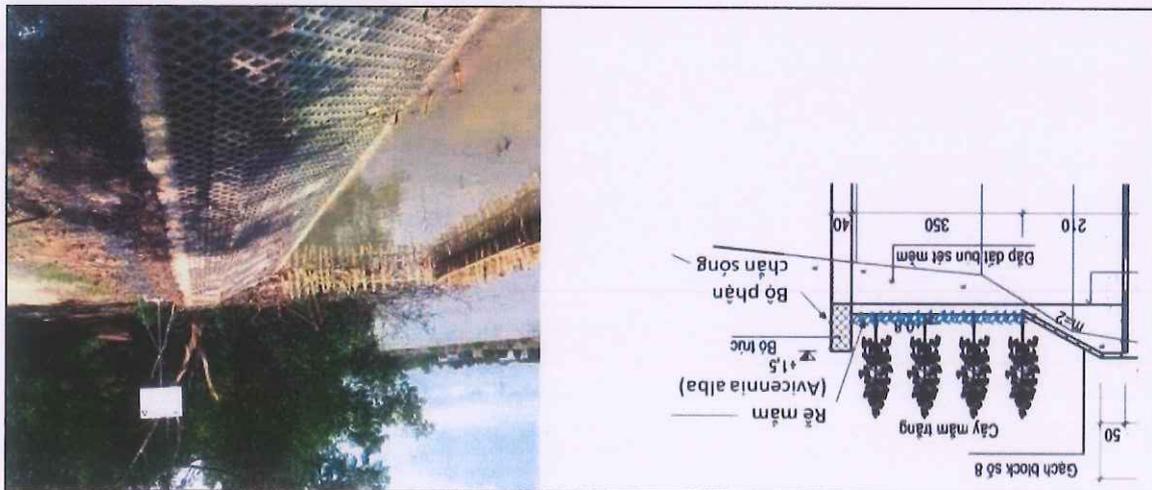


Vùng nghiên cứu có diện tích 19.990 ha, chiếm hơn 80% tổng diện tích tự nhiên của xã Hoà Thành (23.653,45 ha). Đây một xã ven biển thuộc huyện Bắc Bình, nằm cách trung tâm huyện 35 km về hướng đông bắc, với 23 km đường bờ biển; phía đông và phía nam giáp Biển Đông; phía tây nam giáp xã Hồng Phong; phía bắc giáp xã Bình Tân, TT. Luong Son, xã Hồng Thái và TT. Chợ Lầu. Vùng nghiên cứu có giới hạn bởi tọa độ địa lý (Hình 1.19):  $10^{\circ}00'50''$  -  $11^{\circ}09'30''$  vĩ độ bắc;  $108^{\circ}16'55''$  -  $108^{\circ}31'12''$  kinh độ đông.

1.2.1. Vị trí địa lý

1.2. ĐẶC ĐIỂM TỰ NHIÊN VÀ KINH TẾ - XÃ HỘI

Hình 1.18. Giải pháp kỹ thuật sinh thái tại tỉnh Cà Mau (trái) và hình ảnh thực tiễn sau khi hoàn thành việc xây dựng công trình thử nghiệm (phải)



Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Trắng"



Chất lượng nước Bầu Trảng đã suy giảm, trong đó hiện tượng phú dưỡng đã xuất hiện tại những khu vực dân cư và khu chăn nuôi, nhiều loại tảo đặc trưng vùng nước bẩn rất phát triển, vi sinh Coliform tăng đột biến tại khu vực dân cư, bất đầu xuất hiện một số độc tố mà nguồn gốc là từ phân bón và thuốc trừ sâu. Nếu không có những giải pháp bảo vệ hữu hiệu thì trong một tương lai không xa, nước Bầu Trảng sẽ bị phú dưỡng và ô nhiễm nghiêm trọng. Cũng theo tính toán, lượng nước Bầu Bà có thể khai thác khoảng 4000 - 5000 m<sup>3</sup>/ngày đêm; với mức khai thác đó, trong mùa khô mức nước hồ tuy bị giảm nhưng trong

gợi ý hạn cho phép [10].

Ngọt trên các bãi cát dọc theo đường đến Hông Thàng, bao gồm suối Vũng Môn, nam Bầu Bà. Sự thấm nước tốt của các trầm tích này đã tạo ra một loạt các hồ, bầu nước Trảng thấm chủ yếu qua các trầm tích Holocen có nguồn gốc gió và biển phân bố phía đông. Nó là các tầng chứa nước có khả năng thấm nước kém, nghèo nước. Vì vậy, nước trong Bầu theo hướng đông bắc và tây nam được cấu tạo bởi các trầm tích hệ tầng Phan Thiet và Mui Ngâm khác thuộc đới chứa nước khe nứt phân bố dọc theo các đứt gãy chính. Hai bên bờ hồ cấp với lưu lượng khá lớn và ổn định, bổ cấp cho hồ quanh năm, còn có một nguồn nước Nguồn cung cấp nước cho Bầu Trảng ngoài nước mưa, nước mặt thấm xuống cung

Các hồ nước trong vùng nghiên cứu tập trung thành một hệ thống hồ tự nhiên kéo dài từ Bầu Trảng, phát triển về hướng đông, đông nam dọc theo các địa hình trung và phía biển. Bầu Trảng đã chịu tác động mạnh mẽ về diện phân bố, địa hình đáy hồ, độ sâu mức nước... cũng như chất lượng nước hồ.

### **Bầu Trảng**

Tại Vũng Môn, vào mùa khô, suối có lưu lượng 168 l/s; vào mùa mưa, lưu lượng tại suối khá lớn đạt tới 981 l/s. Nguồn cung cấp nước cho suối chủ yếu là nước thấm từ hệ thống bầu qua các cồn cát và nước mưa. So sánh kết quả phân tích mẫu hóa nước trong các bầu và nước suối tại Vũng Môn, chứng tỏ nguồn nước cấp cho suối Vũng Môn bắt nguồn từ các

Các dòng chảy mặt trong vùng nghiên cứu kém phát triển phần lớn chỉ là các dòng chảy tạm thời sau những cơn mưa lớn. Các dòng chảy này thường ngắn và dốc, bắt nguồn từ các cồn cát, các dãy núi chảy ra biển, một vài khe cạn có hướng chảy vào bầu. Có một vài suối nhỏ có nước quanh năm, thường bắt nguồn từ các dòng cát phía đông nam Bầu Bà chảy ra biển.

### **Các dòng chảy mặt**

Đồi cao phía bắc - tây bắc và chỉ là các dòng chảy tạm thời vào mùa mưa. Phần lớn các nhánh suối này có hướng chảy tập trung về phía thung lũng của Bầu Trảng và hướng ra biển.

1.2.4. Địa chất

Theo kết quả nghiên cứu trong đề tài [1], vùng nghiên cứu có các đặc điểm địa chất như sau:

Địa tầng

Vùng nghiên cứu bao gồm các thành tạo có tuổi từ cổ đến trẻ như sau:

**Thành tạo Mesozoi**

Các thành tạo của hệ tầng Nha Trang chỉ phân bố ở núi Hòn Hồng (núi Bình Nhon) và các đồi núi sót ven biển, với tổng diện tích là 3,6 km<sup>2</sup>. Phần dưới bao gồm các đá dacit, dacit porphyr và tuf của chúng; phần trên gồm rhyolit, ryodacit, trachryolit, trachryodacit và tuf của chúng. Đá thường có màu xám, xám sẫm, xám hồng, xám nâu tới màu xám đen, cấu tạo khối hay dòng chảy. Tổng chiều dày các đá của hệ tầng từ 650 - 750 m.

**Thành tạo Kainozoi**

Các thành tạo Kainozoi chiếm hơn 95% diện tích của vùng nghiên cứu, bao gồm Hệ Dê từ:

• **Trầm tích Pleistocen**

- Trầm tích biển, hệ tầng Phan Thiết (MQ<sup>1</sup>pt)

Thành phần trầm tích của hệ tầng Phan Thiết chủ yếu là cát hạt nhỏ đến vừa xen cát pha bột. Màu trầm tích thay đổi từ trắng, vàng đến đỏ theo nhip. Trầm tích có cấu tạo khối xen cấu tạo lớp sóng ngang, sóng xiên. Kết quả phân tích cho thấy, trầm tích của hệ tầng Phan Thiết có thành phần cát hạt mịn chiếm ưu thế, cát hạt trung, thô và lượng bột sét có hàm lượng không đáng kể, biểu thị chế độ thủy động lực trầm tích đơn giản và ổn định. Tại thôn Hồng Lam, các thành tạo của hệ tầng Phan Thiết lộ trên mặt đến độ sâu 65 m (LK615) chúng phủ lên trên các thành tạo cát màu xám trắng gần kết cứng chắc của hệ tầng Mũi Né.

- Trầm tích thành tạo do gió (VQ<sup>1</sup>)

Các thành tạo trầm tích do gió tuổi Pleistocen giữa phân bố chủ yếu phía tây bắc của thôn Hồng Chính, tạo thành hệ thống các đai có trục theo phương a vĩ tuyến và một sườn dốc đổ vào phía nội địa. Các trầm tích do gió này phủ lên trên các trầm tích của hệ tầng Phan Thiết và bị các trầm tích gió tuổi Holocen sẫm - giữa phủ gói lên. Bề dày của thành tạo này thay đổi từ 3 - 10 m (khu vực Bầu Thiệu - Hầm Tiên) đến 30 - 50 m (khu vực núi Thàng Tào). Kết quả phân tích cho thấy ở khu vực Bầu Trảng cát chiếm 100%, tập trung chủ yếu ở cấp hạt mịn (0,5 - 0,05 mm).

• **Trầm tích Holocen**

- Trầm tích gió (VQ<sup>2</sup>-1<sup>2</sup>)

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

**+ Hoạt động đụt gãy**

Trong vùng nghiên cứu có 2 hệ thống đụt gãy chính:

**- Đụt gãy phương tây bắc - đông nam**

Thuộc hệ thống đụt gãy này có đụt gãy chày dọc Bầu Trảng, hình thành trong giai đoạn Pliocen và hoạt động mạnh mẽ, tồn tại đến Holocen, tạo cấu trúc rõ rệt bằng các thung lũng sông suối, các bồn sụt lún kiểu địa hào có liên quan đến hoạt động của nước ngầm trong khu vực. Sự tồn tại của hệ thống đụt gãy này dẫn đến kết quả:

- Các bầu hồ khu vực Bầu Trảng đều có chiều sâu lớn, đáy hồ dốc, dặng kéo dài theo phương tây bắc - đông nam, với bề ngang nhìn chung khá hẹp và bề dài rất lớn so với chiều ngang. Đặc biệt, chúng nằm thẳng hàng theo một đường thẳng hướng ra phía biển.
- Chênh lệch bề dày trầm tích Đệ Tứ dặng kể giữa hai khối tây (từ 5 – 100 m) và khối đông (từ 100 – 150 m).
- Sự tồn tại và lưu chuyển lượng nước ngớt không lồ có cùng một loại hình nước giữa các hồ, bầu theo phương tây bắc - đông nam từ trong đất liền ra phía biển.

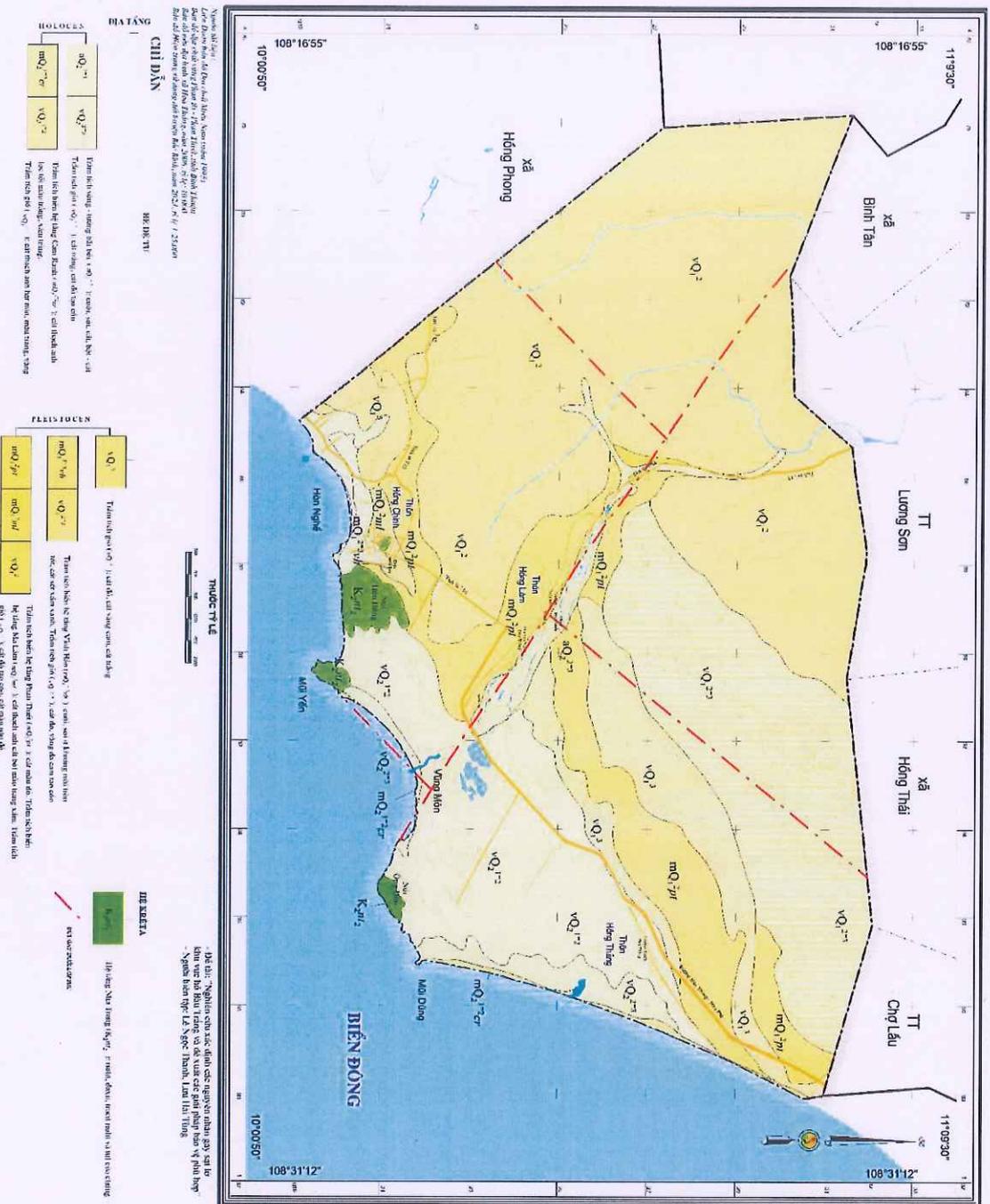
**- Đụt gãy phương đông bắc - tây nam**

Hệ thống đụt gãy này hình thành và phát triển vào cuối Jura giữa. Trong giai đoạn Kainozoi, chúng tái hoạt động, đóng vai trò phân cắt móng cầu trục dưới các dặng bậc thang kiểu địa hào, địa lũy tạo nên bồn sụt lún rộng lớn Phan Thiết - Tuy Phong, lấp đầy các trầm tích Kainozoi góp phần mở rộng diện tích đồng bằng Phan Thiết - Tuy Phong, trong đó bao gồm diện tích vùng nghiên cứu.

Kết quả biên tập bản đồ địa chất vùng nghiên cứu được trình bày trên Hình 1.20.

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sụt lún và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Trảng"



Hình 1.20. Bản đồ địa chất vùng nghiên cứu (thu từ tỷ lệ 1:50.000)

Có cao độ từ 4 – 10 m, cấu tạo bởi trầm tích Holocen, gồm cát hạt mịn - trung, màu xám dày 5 – 7 m, phần bờ hàn chế ven biển dưới dạng các dải hẹp. Thêm biển tích tụ chia thành bãi triều cao và bãi triều thấp:

- *Thêm biển tích tụ bậc 1:*

Thăng.

- Thêm biển tích tụ bậc 2 có độ cao từ 30 – 50 m so với mực nước biển, được cấu tạo từ các trầm tích biển có tuổi Pleistocen muộn, gồm cát hạt mịn màu trắng dày 5 – 15 m, phần bờ dốc theo thung lũng Bầu Trảng và thôn Hồng
- Thêm biển mài mòn bậc 2 có độ cao từ 20 – 50 m so với mực nước biển, bề mặt thêm cát vào đá phun trào hệ tầng Nha Trang (K<sub>2m</sub>). Thêm phần bờ dốc thung lũng của Bầu Trảng và vùng ven biển.

- *Thêm biển bậc 2 bao gồm Thêm biển mài mòn và thêm biển tích tụ:*

núi sót phía tây núi Bình Nhon.  
nhỏ phần bờ rải rác và chày dọc chân núi phía tây bắc của núi Bình Nhon và trên bề mặt đồi chỗ còn sót lại các tầng, cuối lần dam sản đá gốc, dày 0.2 – 0.5 m. Thêm này có diện tích móng < 1 m, phát triển trên đá phun trào hệ tầng Nha Trang (K<sub>2m</sub>). Trên bề mặt thêm đôi tích thuộc hệ tầng Mũi Né (m<sub>Q1m</sub>) gồm cát pha bột sét gần cứng chắc với lớp trầm tích 80 m so với mực nước biển được cấu tạo bởi các trầm tích bậc 3 có độ cao từ 50 – 80 m

- *Thêm biển mài mòn bậc 3:*

Thêm biển mài mòn bậc 3, thêm biển bậc 2 và thêm biển tích tụ bậc 1:  
phát triển thành các dãy cồn cát cao 120 – 200 m, dạng địa hình này có 3 thêm biển gồm dốc theo thung lũng Hòa Thăng, độ chia cắt sâu từ 40 – 60 m, bề mặt bar cát khá bằng phẳng, cát là cát thạch anh màu đỏ nâu vàng, xám trắng thuộc hệ tầng Phan Thiết (m<sub>Q1p</sub>) phần bờ thành tạo trong các giai đoạn biển tiến có tuổi Pleistocen muộn. Trầm tích cấu tạo nên bar Dạng địa hình này ở vùng nghiên cứu là các bar cát, bề mặt cao từ 50 – 120 m được

**Địa hình tích tụ và mài mòn tích tụ**

Theo kết nghiên cứu của đề tài, về tổng thể địa hình – địa mạo vùng nghiên cứu trong kiến trúc hình thái khu vực như sau: phía bắc là các dãy núi có cao độ từ 1000 – 1500 m thấp dần về phía nam. Phía nam là các dãy núi thấp và trung bình có độ cao từ 300 – 800 m, chúng được hình thành trên nhiều loại đá gốc đồng thời chịu sự tác động của quá trình như nâng, hạ, bóc mòn và tích tụ. Vùng nghiên cứu nằm trong vùng địa hình – địa mạo thấp so với toàn hạ, bóc mòn và tích tụ. Vùng nghiên cứu nằm trong vùng địa hình – địa mạo thấp so với toàn khu vực, hướng nghiên cứu từ tây bắc xuống đông nam với cao độ từ 0 – 235 m so với mực nước biển. Yêu tố địa hình – địa mạo của vùng này khá đa dạng, gồm các bề mặt có tuổi và nguồn gốc khác nhau như địa hình tích tụ và mài mòn tích tụ, và địa hình thành tạo do bóc mòn (Hình 1.21).

**1.2.5. Địa hình**

Đổi chiều các bản đồ địa hình năm 2006 và 2023 của xã Hòa Thành huyện Bắc Bình, tỉnh Bình Thuận tỷ lệ 1:10.000, có thể nhận thấy cao độ địa hình về tổng thể trong vùng nghiên cứu thay đổi từ 0 - 235 m so với mực nước biển. Nhìn chung bề mặt địa hình (cao độ) trong giai đoạn từ 2006 - 2023 ít biến đổi. Tuy nhiên, ở mức độ vi địa hình có sự thay đổi nhỏ, chủ yếu nằm trong khu vực Bầu Trảng.

Đổi chiều các bản đồ địa hình năm 2006 và 2023 của xã Hòa Thành huyện Bắc Bình, tỉnh Bình Thuận tỷ lệ 1:10.000, có thể nhận thấy cao độ địa hình về tổng thể trong vùng nghiên cứu thay đổi từ 0 - 235 m so với mực nước biển. Nhìn chung bề mặt địa hình (cao độ) trong giai đoạn từ 2006 - 2023 ít biến đổi. Tuy nhiên, ở mức độ vi địa hình có sự thay đổi nhỏ, chủ yếu nằm trong khu vực Bầu Trảng.

- Vùng đồng bằng có địa hình cao là những vùng đất cát đỏ phân bố dọc theo bờ biển có độ cao từ 70 - 150 m và các đồi cát trắng có độ cao từ 210 - 235 m. Các đồi cát này chịu tác động mạnh của gió và quá trình xâm thực đã tạo nên những hồ trũng kiểu lòng chảo hoặc kéo dài, bao quanh chúng là các sườn tựa trời có độ dốc 5 - 15°. Đường bờ biển phát triển các sườn vách khá dốc ( $> 60^\circ$ ), lồi cát đỏ, đồi nơi lồi đá góc, dọc theo đó thường phát triển các núi sót cao từ 70 - 235 m, sườn vách đồ lồi, độ dốc lên đến trên  $30^\circ$  và lồi đá góc.

- Vùng có địa hình đồng bằng thấp có độ cao từ 0 đến dưới 70 m, phần bờ dọc thung lũng của Bầu Trảng và ven biển, nghiêng thoải về phía nam, riêng bờ biển đôi khi xuất hiện

Nhìn chung vùng nghiên cứu được chia thành 2 bậc địa hình chính:

#### **Các bậc địa hình vùng nghiên cứu**

Sườn bóc mòn tổng hợp, tuổi Neogen - Đệ Tứ phát triển trên núi sót Bình Nhon và trên các đồi đá sét ven biển. Sườn có trắc diện thẳng hay lồi, dốc 10 - 30°, lồi đá phun trào thuộc hệ tầng Nha Trang (K<sub>2m</sub>).

#### **Địa hình thành tạo do bóc mòn**

mảnh của sông và thủy triều.

những dãy hẹp ở cửa Vũng Môn. Hiện tại bề mặt địa hình vẫn chịu tác động

tho-trung, lần ilmenit, dày 2 - 5 m, tuổi Holocen muộn (Q<sub>2</sub><sup>3</sup>), phần bờ thành

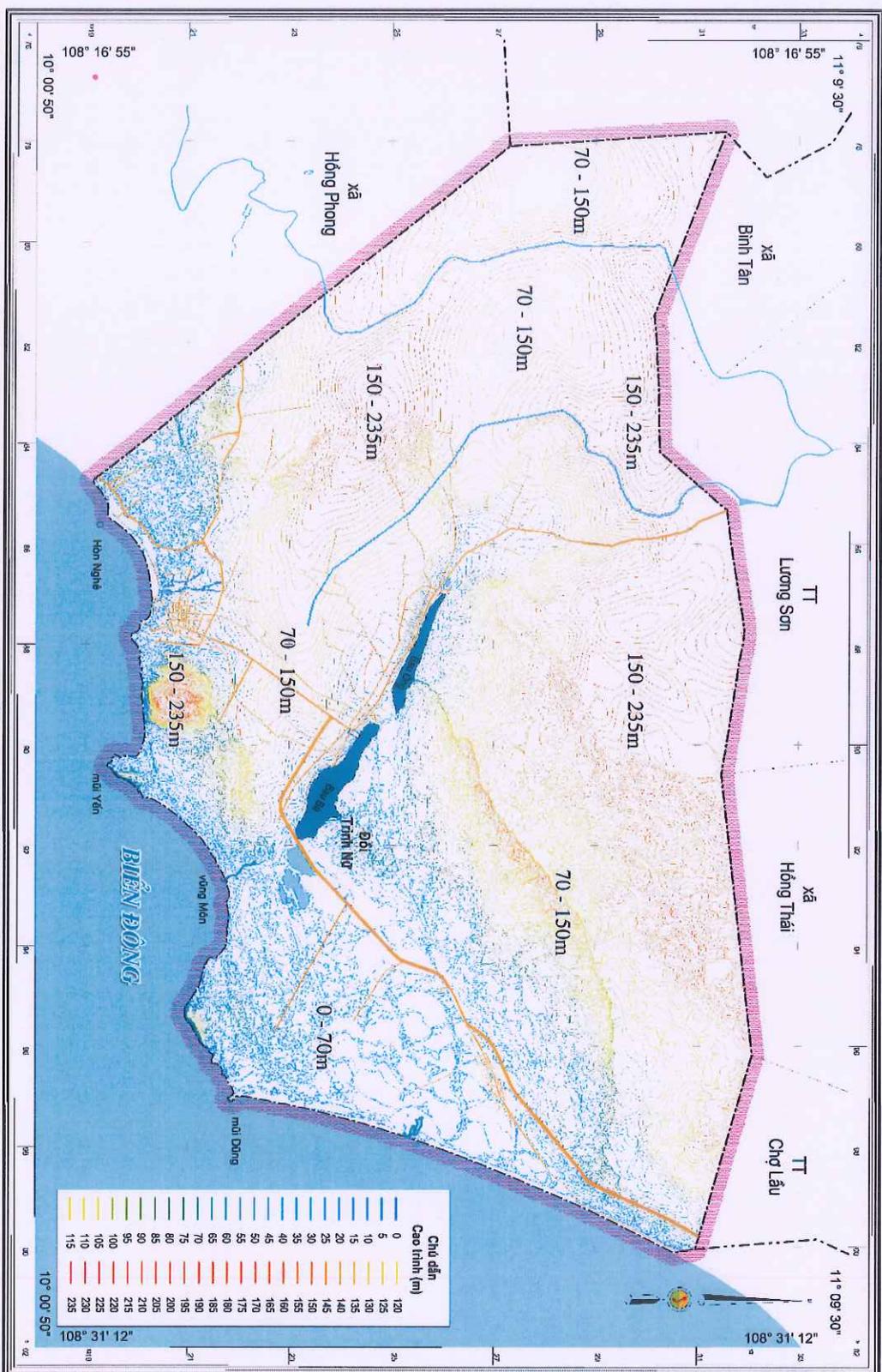
• Bãi triều thấp có địa hình cao từ 0 - 2 m so với mực nước biển, cấu tạo là cát

(Q<sub>2</sub><sup>2</sup>), phần bờ thành những dải hẹp ven biển.

hạt vừa màu xám, xám vàng chứa ilmenit, dày 2 - 3 m, tuổi Holocen giữa

• Bãi triều cao có địa hình cao từ 2 - 4 m so với mực nước biển, cấu tạo là cát

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ kè khu vực hồ Bàu Trắng"



Hình 1.21. Bản đồ địa hình vùng nghiên cứu (thu từ tỷ lệ 1:10.000)



Hiện nay, xã Hòa Thăng có một nhà máy cấp nước (Trạm cấp nước Hòa Thăng) đặt bên bờ Bầu Bà, đi vào hoạt động từ năm 1998 với công suất thiết kế 3.600 m<sup>3</sup>/ngày. Người dân địa phương chủ yếu sống bằng nông nghiệp, chăn nuôi, nuôi trồng, đánh bắt thủy sản và kinh doanh dịch vụ. Công việc trồng trọt chủ yếu tiến hành vào mùa mưa. Các loại cây trồng gần đây như đậu phộng, bắp, khoai sắn, mè, dưa lấy hạt; dài ngày có cây thanh long. Chính quyền xã khuyến khích các nhà đầu tư và nhân dân phát triển mới và mở rộng các nghề truyền thống như: sản xuất nước mắm, chế biến cumg cấp thủy, hải sản gắn với phát triển du lịch và dịch vụ tại nhà, các loại hình liên kết trong sản xuất, kinh doanh có hiệu quả. Trong năm 2022, các hoạt động du lịch thôngong mại, dịch vụ trên địa bàn xã được khuyến khích phát triển hoạt động dịch bệnh Covid 19 đã dần ổn định; tiếp tục thực hiện các giải pháp của huyện để quảng bá hình ảnh Diêm du lịch Bầu Bà Trảng để thu hút du khách và các nhà đầu tư. Các dự án công nghiệp đã được triển khai trên địa bàn xã, gồm 4 dự án điện gió, trong đó đã có 02 dự án đã đi vào hoạt động (Điện gió Thái Hòa và Thuận Nhiên Phong), 02 dự án đang triển khai (Điện gió 1.2 và 2.2); 02 dự án điện năng đang triển khai thi công; 02 dự án hoạt động khai thác khoáng sản Titan, 03 nhà máy sàng lọc tuýên quặng thô Titan.

Hồng Lam, Hồng Thăng, Hồng Chính và Hồng Hải.  
 Dân số trung bình xã Hòa Thăng là 6.924 người (năm 2022); mật độ dân số là 29 người/km<sup>2</sup> (năm 2022). Toàn xã có 1.962 hộ và 7.464 nhân khẩu chia làm 04 thôn, gồm

**1.2.8. Hoạt động kinh tế - xã hội**

Đời chửa nước này phân bố dọc theo các hệ thống đút gây chính trong vùng nghiên cứu, có phurong đông bắc - tây nam và tây bắc - đông nam. Chiều rộng đời đút gây dự đoán khoảng 10 m. Thành tạo chửa nước chủ yếu là các đời nưt nê, đời dam kết trong đá phun trào hệ tầng Nha Trang. Dự đoán, đời chửa nước này có khả năng chửa nước khá phong phú.

**Nước khe nưt trong các đời đút gây**

Kết quả phân tích cho thấy có sự thay đời đời thành phần hóa học, chủ yếu là hàm lượng SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, của nước trong mùa mưa và mùa khô. Đời với các thành tạo phun trào, khả năng chửa nước của chúng rất kém, chủ yếu tồn tại trong đời bán phong hóa và các đời đút gây với liên quan đến khe nưt, đút gây. Do đó, nước trong đơn vị chửa nước này có quan hệ chặt chẽ với nước mưa và nước trong các đời đút gây với liên quan đến các hoạt động đút gây, thoát ra ngoài qua các nguồn lỏ hoặc suối cát qua chúng. Nơi khác đi, nước trong đơn vị chửa nước này có liên quan đến nước trong các đời khe nưt, đút gây cát qua chúng.

**Nước khe nưt trong thành tạo phun trào hệ tầng Nha Trang (K<sub>2</sub>)**

Đơn vị chửa nước này phân bố khắp vùng nghiên cứu, là phần nền của các thành tạo địa chất trong vùng. Chúng xuất lỏ ra rải rác dưới dạng các dãy núi sớt, phần bố tập trung ở phía nam và tây nam Bầu Bà Trảng. Cầu tạo nên đơn vị chửa nước này là các thành tạo phun trào rhyolit, trachyryolit, ryodacit và tuf của chúng. Đá có màu xám đen, mực độ nưt nê không đều. Nước dưới đất ít xuất lỏ. Mùa mưa, nước thuộc loại hình clorua bicarbonat, còn mùa khô nước thuộc loại hình clorua sulphat.

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lỏ và đê xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Bà Trảng"

## KẾT QUẢ KHẢO SÁT, ĐÁNH GIÁ ĐẶC ĐIỂM CÁC YẾU TỐ TỰ NHIÊN, XÃ HỘI KHU VỰC BẦU TRĂNG

### 2.1. HIỆN TRẠNG SẠT LỞ VÙNG NGHIÊN CỨU

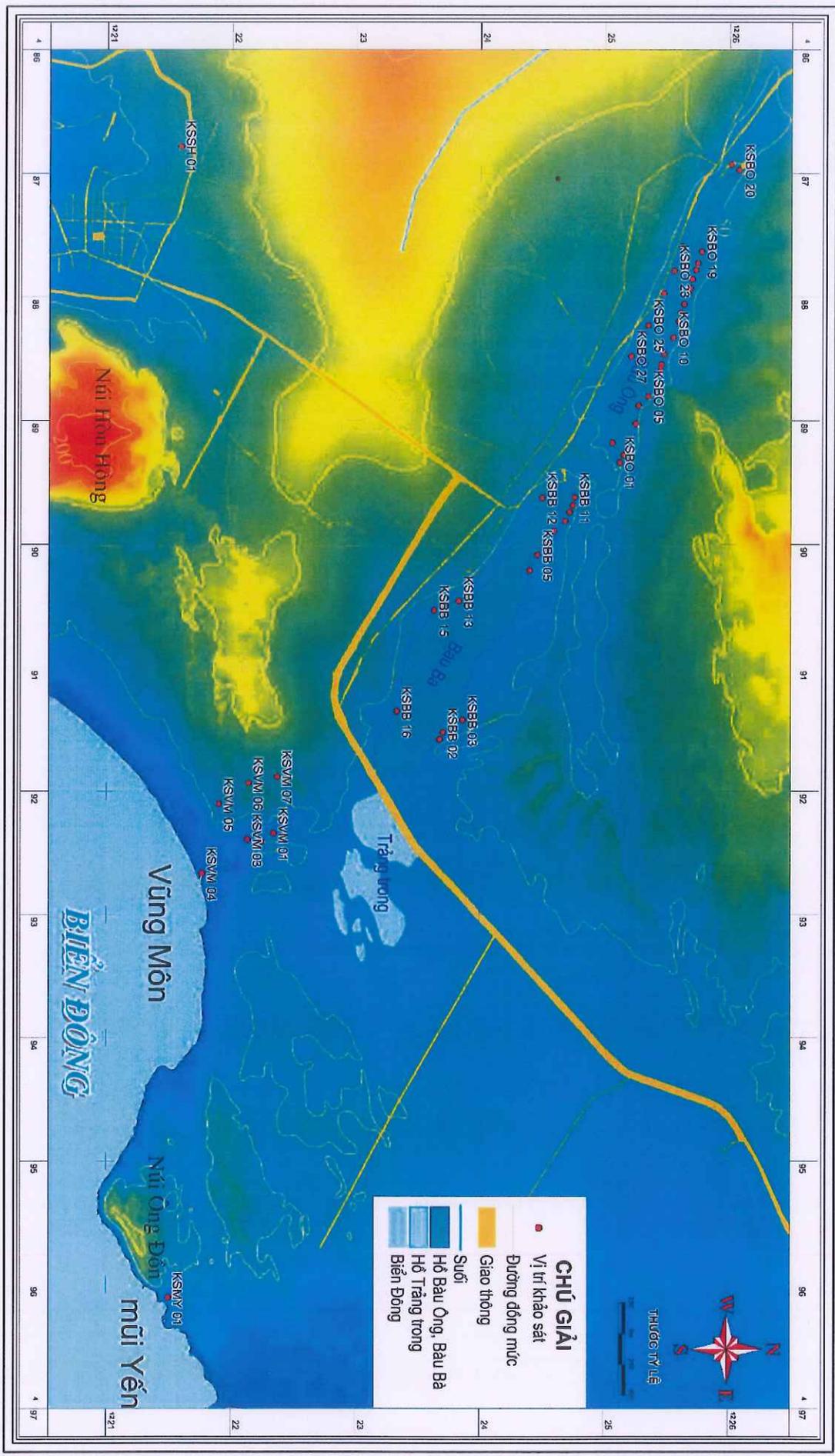
#### 2.1.1. Khảo sát, điều tra sạt lở

Thực hiện điều tra, khảo sát, đánh giá hiện trạng sạt lở trong vùng nghiên cứu, khu vực Bầu Tràng và khu đồi Trinh Nữ có tổng số 53 điểm khảo sát (Hình 2.1). Trong đó, 28 vị trí khu vực ven Bầu Ông (20 vị trí phía bờ trái, 5 phía bờ phải), 16 vị trí khu vực ven Bầu Bà (11 vị trí phía bờ trái, 5 phía bờ phải), 07 vị trí khu vực Vung Mòn, 01 vị trí ở suối Hồng và 01 tại Mũi Yên.

#### 2.1.2. Hiện trạng sạt lở Bầu Ông

Bờ phải của hồ có sự phân đi, chênh lệch cao độ địa hình và độ dốc cao hơn phía bờ trái, vì thế có thể nguy cơ xảy ra sạt lở đáng kể; và bờ trái của hồ còn lưu lại các dấu tích của hiện tượng xâm thực đường bờ (rễ cây thân gỗ nằm ven bờ hồ bị lộ lên khỏi mặt nước hoặc thân cây nghiêng về phía mặt nước của hồ). Điều này có thể giải thích là do khi gió mùa tây nam thịnh hành, thổi trên mặt nước hồ tạo sóng tác động đến đường bờ. Đường bờ nơi đây hầu hết là đất cát, dính kết kém dễ bị phá vỡ dần dần xâm thực, bào mòn theo kiểu "gặm nhấm" (Hình 2.2).

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ kè khu vực hồ Bầu Trắng"

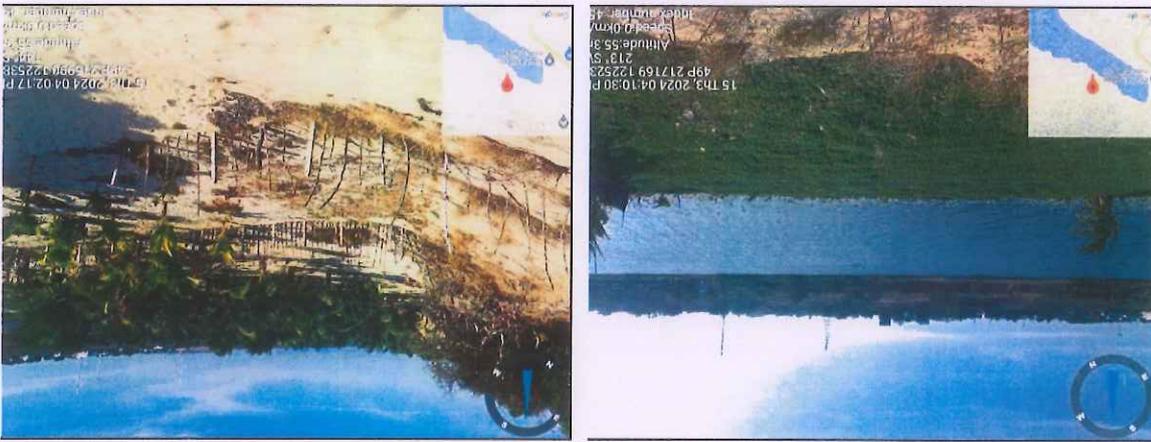


Hình 2.1. Bản đồ vị trí các điểm khảo sát lở vùng nghiên cứu (thu từ tỉ lệ 1:10.000)

Phân hiệu Trường Đại học Thủy lợi tại tỉnh Bình Dương

Đặc biệt tại vị trí khảo sát KSSB 01 là nơi đã bị sụt lún nghiêm trọng xảy ra vào ngày 03/05/2023. Theo ý kiến của Ban Quản lý điểm du lịch Bầu Tráng thì nguyên nhân là do mạch nước theo dòng chảy ăn sâu vào bề mặt dưới đồi cát; tích tụ lâu ngày làm lún chân cát dẫn đến sụp, lún; chiều dài khoảng 70 – 80 m, chiều ngang nước lún vào đồi cát khoảng 25 m, nước ở hồ sụt bọt phun lên liên tục. Tuy nhiên trên thực tế khảo sát vào tháng 01/2024 thì tổng chiều dài đoạn sụt lún khoảng 103 m, chiều ngang cung sắt lớn nhất khoảng 38 m, diện tích bề mặt sụt lún 0,269 ha (Hình 2.4).

**Hình 2.3.** Người dân địa phương trồng cây ven bờ phải Bầu Bà tại các điểm KSSB 05 và KSSB 07



Phía cuối bờ trái của hồ có sự phân di, chênh lệch cao độ địa hình và độ dốc cao hơn phía bờ phải, vì thế có thể dẫn đến nguy cơ xảy ra hiện tượng sụt lún đáng kể (ví dụ điểm KSSB 01); phía đầu bờ phải của hồ ít thấy dấu tích của hiện tượng xâm thực đường bờ, nơi đây người dân địa phương khai thác sử dụng băng cách hạ cấp độ dốc, tạo thành bề mặt khá bằng phẳng cho việc trồng trọt các loại cây ngắn ngày như đậu phộng (KSSB 05) hay dài ngày như dừa (KSSB 07) (Hình 2.3).

**2.1.3. Hiện trạng sụt lún Bầu Bà**

**Hình 2.2.** Hiện tượng xâm thực bờ trái Bầu Ông tại các điểm KSSBO 15 và KSSBO 18



Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sụt lún và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Tráng"

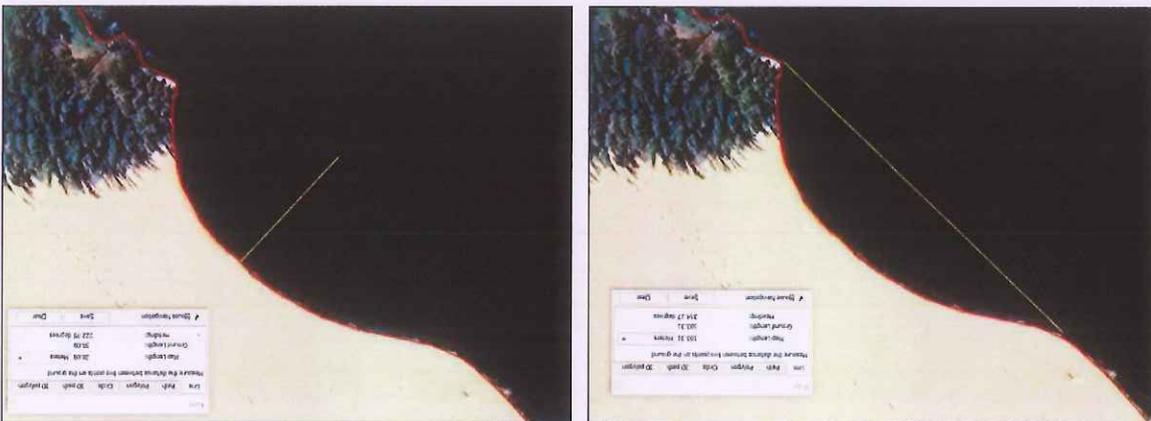
1. Khu vực rạch Mòn tuy có địa hình thấp nhưng phân di cao, độ dốc khá lớn vì thế nơi đây hoàn toàn có nguy cơ sạt lở, đặc biệt là bề mặt sườn đối cat tiếp giáp với dòng chảy.
2. Khu vực ven biển Mũi Yên là vùng địa hình thấp nhưng có sự chênh lệch cao độ và độ dốc khá cao vì thế nơi đây hoàn toàn có nguy cơ sạt lở, đặc biệt là bề mặt sườn đối cat hoặc bề mặt vách đá tiếp giáp với bờ biển
3. Khu vực suối Hồng có địa hình trung bình, khá bằng phẳng, nhưng do hình thành trên nền đất cát do nên bề mặt khe suối bị cắt xẻ rất mạnh tạo thành rãnh xói có độ dốc rất cao. Biền thiên độ dốc rất cao, trên cùng một mặt cắt có nơi độ dốc lên đến 40 độ vì thế nơi đây hoàn toàn có nguy cơ sạt lở, đặc biệt là bề mặt sườn suối tiếp giáp với lòng suối.

Bản đồ hiện trạng sạt lở bờ Bầu Trảng được thành lập thể hiện trên Hình 2.5.

### 2.1.4. Các khu vực khác

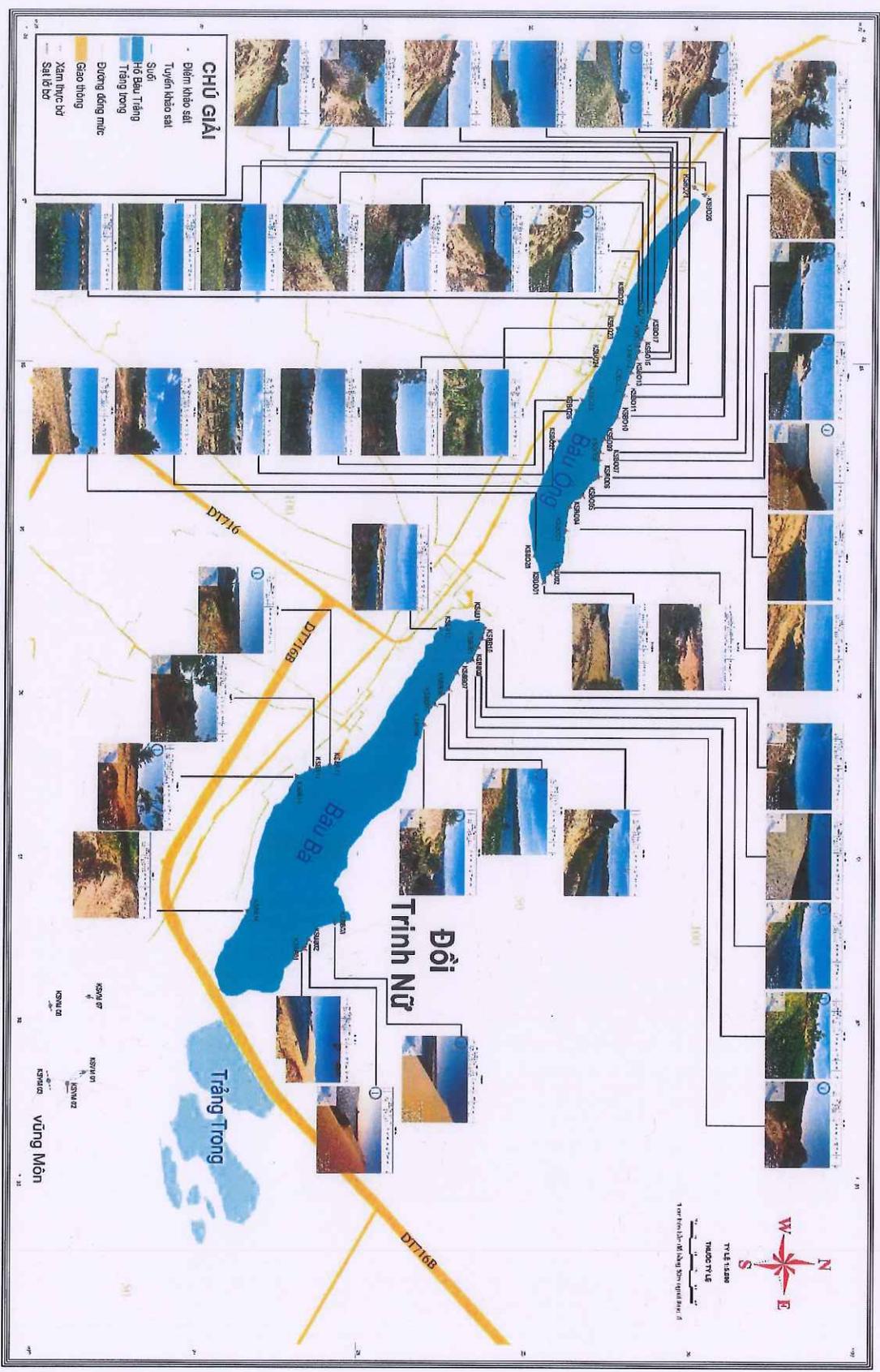
- (a) Chiều dài diện tích sạt lở (103 m);
- (b) Chiều ngang diện tích sạt lở (38 m)

**Hình 2.4.** Ảnh vệ tinh vị trí sạt lở bờ Bầu Trảng (KSBB 01)



Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Trắng"



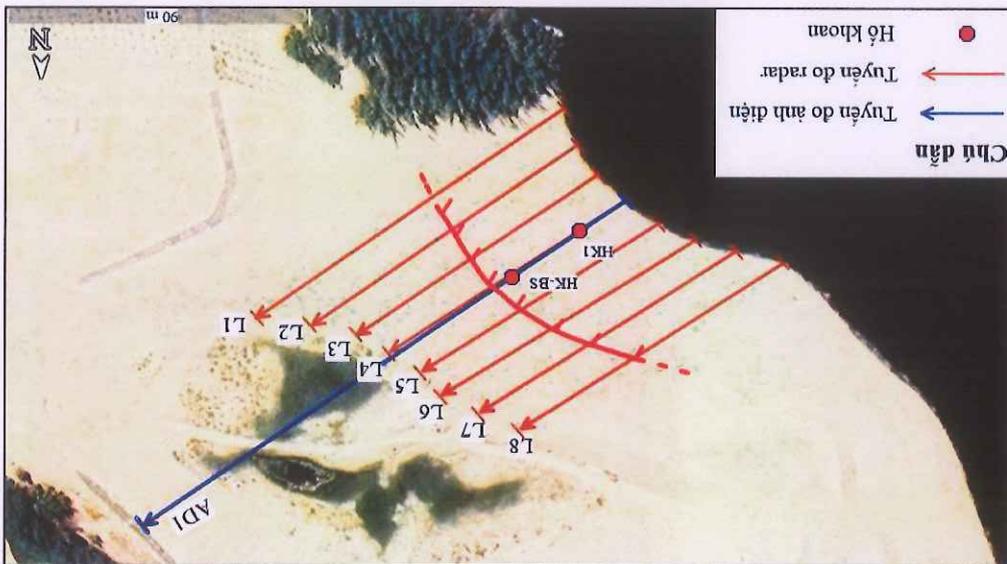
Hình 2.5. Bản đồ hiện trạng sạt lở bờ Bàu Trắng (thu từ tỉ lệ 1:5.000)

## 2.2. CÁC YẾU TỐ TỰ NHIÊN

### 2.2.1. Cầu trục địa chất

#### Khu vực bờ Bàu Bà

Tuyến đo ảnh điện AD1 được bố trí tại khu vực sạt lở, chiều dài 300 m, bắt đầu từ bờ hồ vào bên trong khu dãi cát theo hướng tây nam – đông bắc (Hình 2.6).



**Hình 2.6.** Sơ đồ tuyến đo AD1, tuyến đo Georadar L1 – L8 và hố khoan

1) Trên mặt cắt ảnh điện, có thể phân biệt 3 dải điện trở suất (Hình 2.7):

- Dải 1: có điện trở suất nhiều thay đổi khác nhau. Dải này phân bố từ bờ hồ vào trong khoảng 50 m theo phương ngang; chiều dày khoảng 10 m tính từ mặt đất.

- Dải 2: có điện trở suất 35 - 500  $\Omega$ m (màu xanh nhạt đến xanh dương). Dải này phân bố suốt tuyến và có xu thế chìm dần từ bờ hồ vào trong đất liền; độ sâu từ 10 – 70 m; dự đoán là tầng chứa nước. Ở đó, từ đầu tuyến vào trong 50 m dãi bao hoá nước, phần dãi còn lại là dãi ngầm nước.

- Dải 3: có điện trở suất > 500  $\Omega$ m. Dãi điện trở suất này phân bố trong 02 dãi: dãi thứ nhất từ mét thứ 100 đến cuối tuyến, bề dày đến 30 m; và dãi thứ hai từ đầu tuyến do đến mét thứ 100, độ sâu từ 25 m tính từ mặt đất.

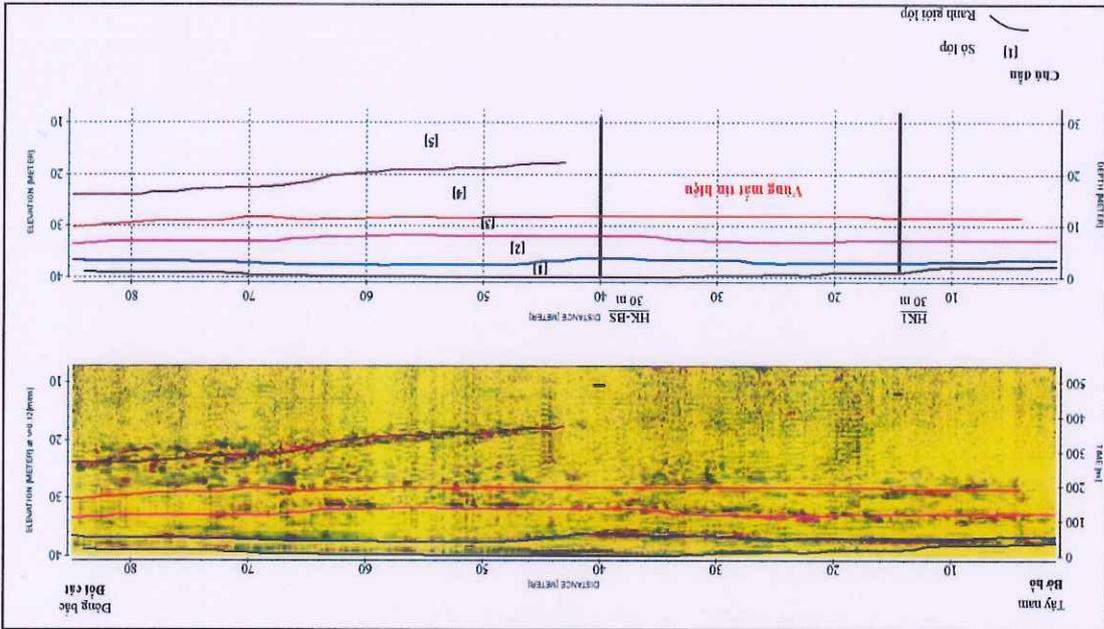
Mặt cắt ảnh điện AD1 chạy qua 02 hố khoan HK1 và HK-BS. Kết quả khoan chỉ ra rằng mực nước ngầm ở độ sâu 1,93 m, và hiện diện tầng chứa nước ở độ sâu từ 20 m.

2) Trên tất cả 08 mặt cắt GPR có thể nhận ra cấu trúc phân lớp ngang gồm 6 lớp với tâm là từ tuyến L3 đến tuyến L8, các tín hiệu GPR bị suy giảm mạnh và hoàn toàn mất tín hiệu trong Lớp 4 và Lớp 5 từ đầu tuyến (bờ Bàu Bà) kéo vào trong dài từ 40 – 50 m, độ sâu từ 10 m. Hình 2.3 là thí dụ minh hoạ hiện tượng trên với mặt cắt GPR của tuyến L4 (trùng với tuyến ảnh điện AD1).

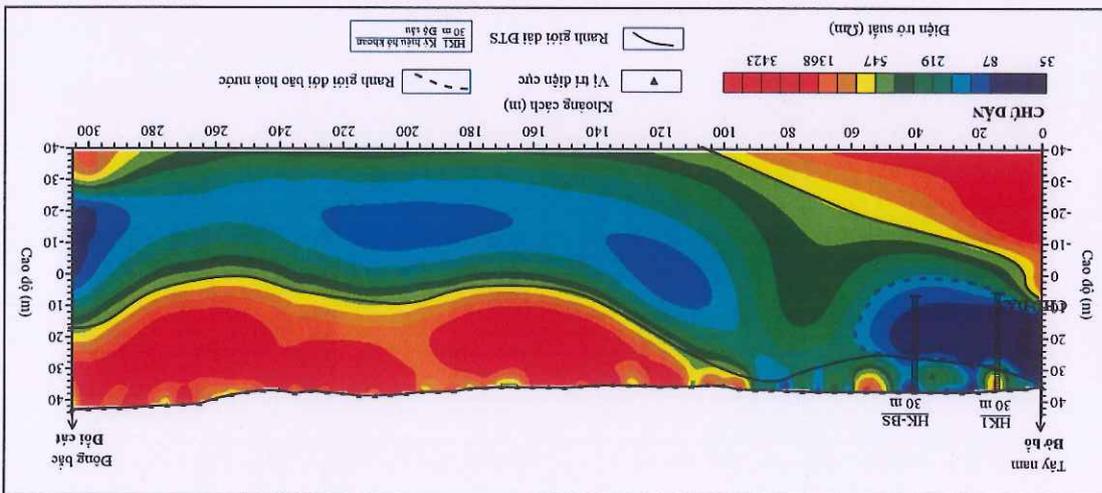
Tuyến đo ảnh điện AD2 được bố trí dọc theo đường tỉnh DT716B, cuối Bàu Bà theo hướng tây nam – đông bắc; chiều dài 750 m, bắt đầu từ khu dân cư (trên dốc đường) đến công Khu Du lịch Như Trung (Hình 2.9).

**Khu vực cuối Bàu Bà**

**Hình 2.8. Mặt cắt GPR tuyến L4**

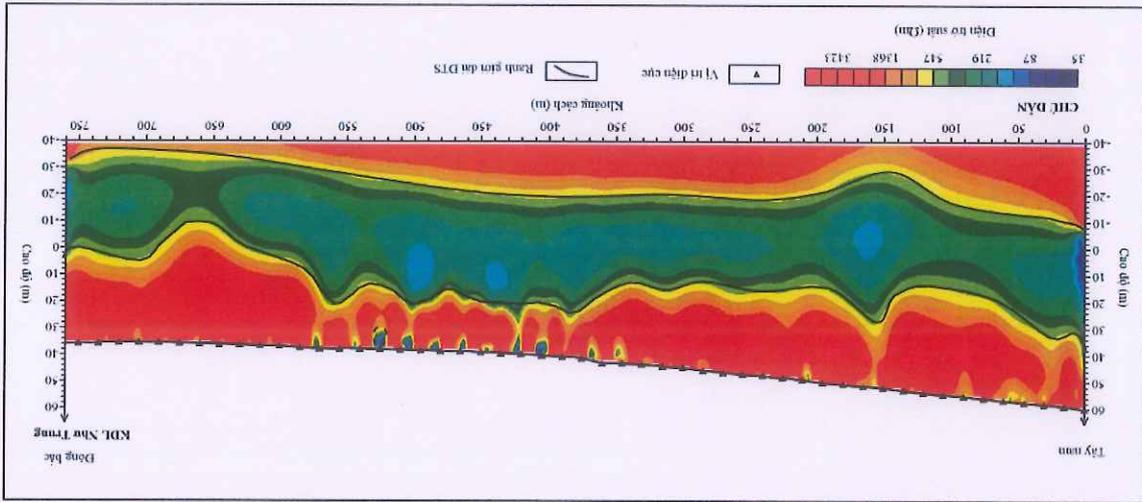


**Hình 2.7. Mặt cắt ảnh điện tuyến AD1**



Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Trảng"

Hình 2.10 Mặt cắt ảnh điện tuyến AD2



AD2.

Từ kết quả minh giải tuyến đo ảnh điện AD2 có thể giả định rằng nước mặt xuất lộ từ Bầu Bà thấm và thoát ra theo hướng tây bắc – đông nam xuyên ngang qua toàn tuyến đo

hóa của đá gốc.

và đới thứ hai xuất hiện ở độ sâu khoảng 70 m tính từ mặt đất, dự đoán đây là vật liệu phong hóa của đá gốc.

- Dải 2: có điện trở suất từ 150 - > 500 Ωm (màu đỏ), phân bố trong 02 đới: đới thứ nhất từ mặt đất đến độ sâu khoảng 10 m, dày từ 20 - 30 m, dự đoán đây là lớp phủ cát khô;

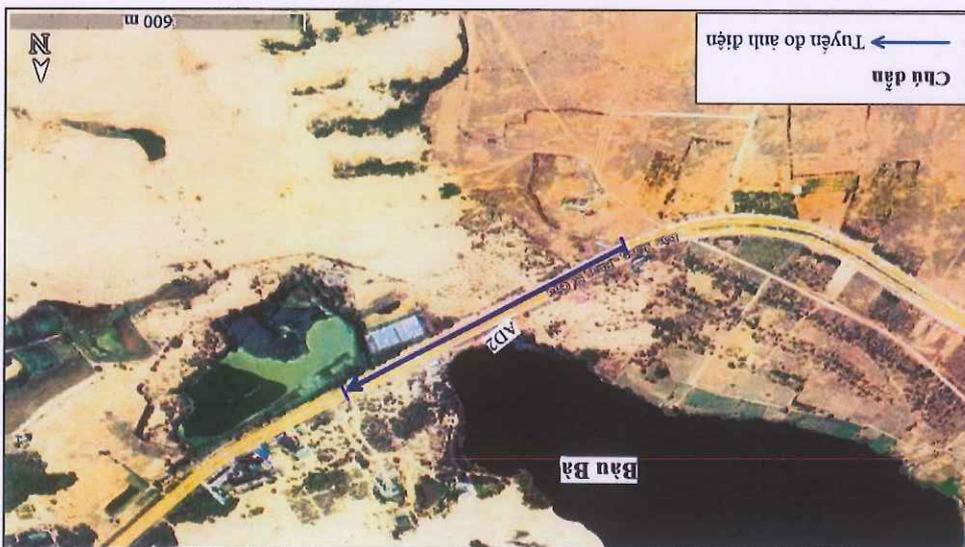
chứa nước kềm.

HK3 thì các loại cát có cấp phối chặt vừa đến rất chặt. Dự đoán đây là lớp cát có khả năng do ở độ sâu từ 20 - 60 m tính từ mặt đất. Theo kết quả phân tích 03 hồ khoan HK1, HK2 và

- Dải 1: có điện trở suất < 150 Ωm (màu xanh dương - xanh đậm), phân bố suốt tuyến

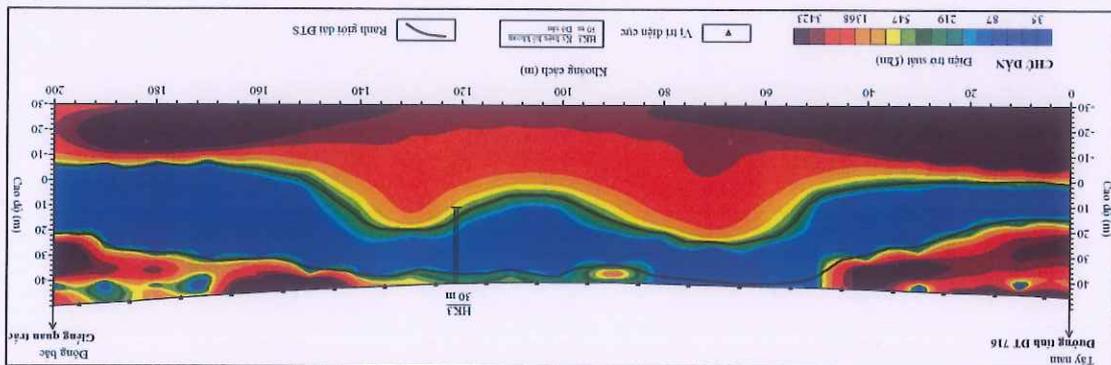
Dọc theo mặt cắt có thể phân biệt 02 dải điện trở suất chủ yếu (Hình 2.10):

Hình 2.9. Sơ đồ tuyến đo AD2 (dọc đường tỉnh ĐT716B)



Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sụt lún và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Bà Trảng"

Hình 2.12. Mặt cắt ảnh điện tuyến AD3



là vật liệu phong hóa của đá gốc. và đôi thứ ba kéo dài suốt tuyến xuất từ độ sâu hơn 30 m tính từ mặt đất, dự đoán đây đôi thứ hai từ mặt thứ 140 đến cuối tuyến, đây từ 20 – 30 m; dự đoán đây là hai lớp phủ cát thứ nhất từ đầu tuyến đến mặt thứ 40, từ mặt đất đến độ sâu khoảng 30 m, đây từ 20 – 30 m; - Dải 2: có điện trở suất từ 150 - > 500  $\Omega m$  (màu đỏ - nâu), phân bố trong 3 đôi: đôi loại cát cấp phối kém, kết cấu chặt vừa đến rất chặt. Dự đoán đây là lớp cát chứa nước kém. tính từ mặt đất. Hồ khoan HK3 sâu 30 m tính từ mặt đất nằm chủ yếu trong dải 1 gồm các xanh dương đến xanh đậm), phân bố suốt tuyến do ở độ sâu từ gần mặt đất đến độ sâu 60 m - Dải 1: tương tự như trên tuyến ảnh điện AD2, dải 1 có điện trở suất <math>< 150 \Omega m</math> (màu 2.12): Trên mặt cắt ảnh điện tuyến AD3, có thể phân biệt 2 dải phân biệt 2 dải điện trở suất chủ yếu (Hình

Hình 2.11. Sơ đồ vị trí tuyến đo ảnh điện AD3



120. Tuyến đo ảnh điện AD3 được bố trí khu vực đầu và cách bờ Bàu Ong 110 m về phía tây bắc, dài 200 m theo hướng tây nam – đông bắc, bắt đầu từ đường tỉnh DT 716 đến Trạm quan trắc mức nước ngầm (Hình 2.11). Hồ khoan HK3 đặt trên tuyến đo AD3 tại mặt thứ

**Khu vực đầu Bàu Ong**

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Trảng"

Hố khoan	Mức nước ngầm (m)	Ngày đo
HK1	1,93	31/5/2024
HK2	6,10	29/5/2024
HK3	0,87	28/5/2024

Bảng 2.2. Kết quả đo mức nước ngầm trong các hố khoan

Mức nước ngầm đo được vào cuối tháng 5 năm 2024 thay đổi từ 0,87 m đến 6,1 m dưới mặt đất hiện hữu. Mức nước ngầm trong các hố khoan được tiến hành đo sau 24 giờ đồng hồ kể từ khi kết thúc hố khoan. Kết quả được trình bày trong Bảng 2.2.

Hình 2.13. Vị trí các hố khoan



Cao độ (m)	(VN2000, múi chiều 3°)		Hố khoan	Stt
	Y (m)	X (m)		
+ 36.5973	1223570.72	491794.15	HK1	1
+ 51.8137	1224968.37	489601.13	HK2	2
+ 40.5131	1225952.11	487091.88	HK3	3
+ 37.3902	1223589.18	491812.29	HK-BS	4

Bảng 2.1. Tọa độ và cao độ các hố khoan khảo sát

Đã thực hiện khoan 4 hố khoan HK1, HK2, HK3 và HK-BS. Cao tọa độ của các điểm khảo sát được xác định bởi tọa độ hình ảnh tại công trường. Tọa độ theo hệ VN2000 được thông kê trong Bảng 2.1 và Hình 2.13.

2.2.2. Địa chất công trình

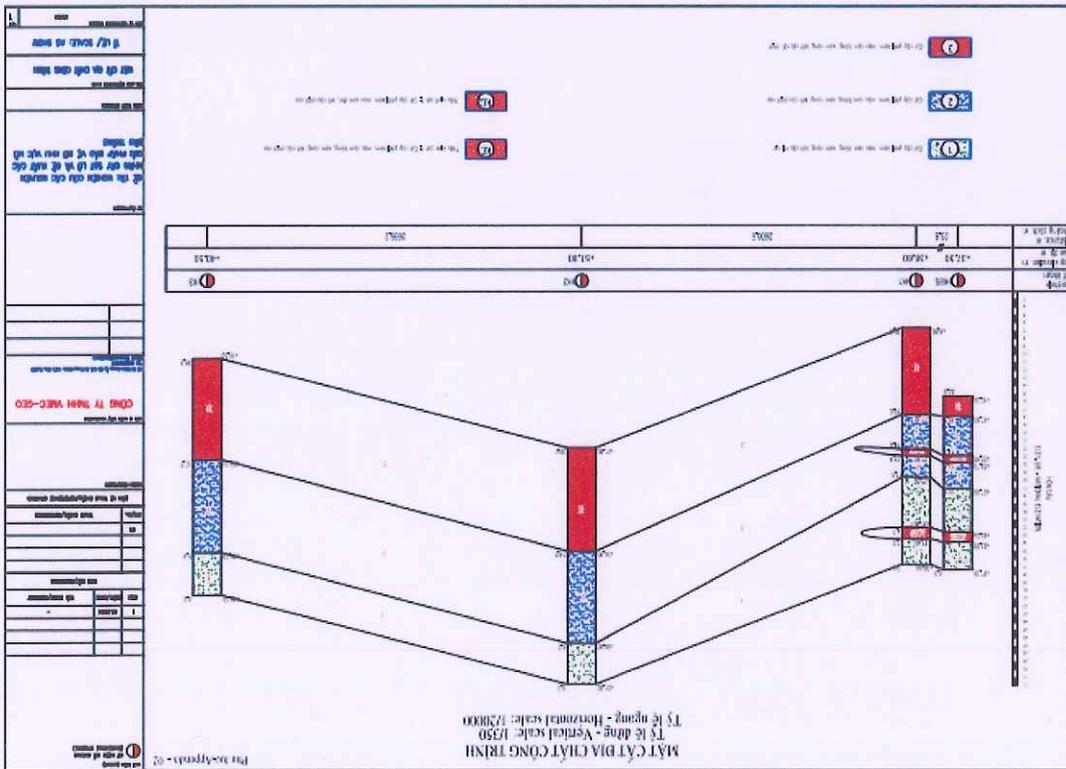
Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sụt lún và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

Giá trị		Lớp 1 (Trầm tích Holocen)	Lớp 2 (Trầm tích Pleistocen)	Lớp 3 (Trầm tích Pleistocen)
Thành phần hạt				
- Sét (%)	2	0	1	2
- Bụi (%)	2	2	1	2
- Cát (%)	96	96	99	96
- Sạn sỏi (%)	-	-	-	-
Độ ẩm tự nhiên, W (%)	18,2	18,3	17,5	17,5
Độ lỗ rỗng, n (%)	36,2	35,2	34,6	34,6
Độ bão hòa, G (%)	84,3	89,1	88,1	88,1
Hệ số nén $I_{vn 1.0-2.0}$ (cm <sup>2</sup> /kg)	0,013	0,010	0,009	0,009
Lực dính $C_{cát}$ trực tiếp (kG/cm <sup>2</sup> )	0,014	0,011	0,012	0,012
Góc ma sát $\phi$ cát trực tiếp (°)	24°56	26°46	28°56	28°56

Bảng 2.3. Các chỉ tiêu cơ lý đất của các trầm tích

Kết quả phân tích mẫu trên các trầm tích cát trắng tuổi Holocen và cát đỏ tuổi Pleistocen cho thấy tại 3 hố khoan HK1, HK2 và HK3 trình bày trong các Bảng 2.3 và 2.4.

Hình 2.14. Mặt cắt DCCT



Mặt cắt DCCT thành lập từ 4 hố khoan được trình bày trong Hình 2.14 dưới đây.

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

Trong quá trình quan trắc chúng tôi nhận thấy từ 9h00 – 12h30 là thời gian có rất nhiều loại xe bán tải và xe địa hình chạy ngang qua hoặc dừng lại cách điểm quan trắc từ 2

TT	Ngày/ tháng/năm	Giờ đo	Vận tốc cực đại (m/s <sup>2</sup> )	Gia tốc cực đại (m/s <sup>2</sup> )
1	01/12/2023	09h30 - 12h15	0,0003	0,0015
2	02/12/2023	09h30 - 12h16	0,0002	0,001
3	27/01/2024	09h05 - 11h45	0,0005	0,0025
4	28/01/2024	10h00 - 12h00	0,0002	0,0013
5	24/02/2024	10h00 - 11h00	0,0014	0,0078
6	25/02/2024	10h05 - 11h05	0,0029	0,0144
7	02/03/2024	09h30 - 11h30	0,0005	0,0029
8	03/03/2024	09h20 - 12h20	0,0005	0,0024

Bảng 2.5. Thông kê vận tốc và gia tốc rung động cực đại tại điểm quan trắc

Kết quả đo rung động qua các giá trị cực đại của vận tốc và gia tốc trong thời gian đo trình bày trong Bảng 2.5. Có thể thấy gia tốc rung động cực đại đạt giá trị lớn nhất là  $= 0,01439 \text{ m/s}^2$  vào ngày 25/02/2024. Kết quả này được sử dụng trong thực hiện mô hình Geostudio trình bày ở sau.

2.2.3. Hiện tượng rung động

Độ sâu (m)	Số hiệu mẫu	Hệ số thấm bình quân K <sub>th</sub> , t <sub>b</sub> (m/ng)	Tỷ số hệ số thấm đứng và ngang
7,5 – 8,0 (Lớp 1 – Trầm tích Holocen)	HK1-4 (Thăm đứng)	1,071	0,49
	HK1-4 (Thăm ngang)	2,177	
13,5 – 14,0 (Lớp 2 – TKC2, Trầm tích Pleistocen)	HK1-7 (Thăm đứng)	0,012	0,38
	HK1-7 (Thăm ngang)	0,030	
25,5 – 26,0 (Lớp 3 – Trầm tích Pleistocen)	HK1-13 (Thăm đứng)	0,319	0,47
	HK1-13 (Thăm ngang)	0,685	

Bảng 2.4. Kết quả thí nghiệm thấm dầu nước không đổi trong hố khoan HK1

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Trảng"

Nhìn chung, tốc độ gió và chế độ gió ghi nhận đã minh chứng được khả năng tạo được sự chuyển động của cát trên bề mặt với độ cao tầng thổi bay, nhảy và lán. Lực gió tác động lên mặt đất, đặc biệt là lớp cát sẽ tạo xói mòn, thổi dầy chúng đi chuyển theo chiều gió. Sự chuyển động của hạt cát trên mặt đất phụ thuộc chủ yếu vào kích thước hạt, sức gió và độ ẩm và đóng vai trò quyết định trong sự bồi tụ của cát sau chuyển động. Điều kiện để các hạt cát di chuyển là động năng của gió có tốc độ lớn hơn  $4,4 \text{ m/s}$  (tương đương  $16 \text{ km/h}$ ). Dưa vào kích thước hạt có thể phân cát bay thành các dạng lán (creep) cho kích thước hạt lớn nhất; nhảy (saltation) cho kích cỡ hạt trung bình và bay (suspension) đối với hạt có kích thước nhỏ như bột sét (Hình 2.16) [19].

Trong nghiên cứu có biên độ rộng từ  $0 - 14 \text{ m/s}$  với tần suất tốc độ gió lớn hơn  $3 \text{ m/s}$  chiếm hơn 88% tổng thời gian. Các nghiên cứu tốc độ gió trong ngày cho thấy tốc độ gió trung bình khá ổn định. Tốc độ gió cực đại chênh lệch từ  $30\%$ . Tốc độ gió cực đại xuất hiện đều 2 thời điểm trong ngày từ  $1\text{h} - 5\text{h}$  và  $14\text{h} - 16\text{h}$  trong khi tốc độ gió đạt cực tiểu vào  $7\text{h} - 9\text{h}$  và  $19\text{h} - 20\text{h}$  hàng ngày. Kết quả thống kê chế độ gió trong năm đã cho thấy tốc độ gió trong vùng nghiên cứu có biên độ rộng từ  $0 - 14 \text{ m/s}$  với tần suất tốc độ gió lớn hơn  $3 \text{ m/s}$  chiếm hơn 88% tổng thời gian.

**2.2.4. Hiện tượng cát bay**

(a) Hoạt động của xe bán tải (b) Du khách chụp hình và ngắm cảnh

**Hình 2.15.** Hoạt động du lịch khu vực Bầu Bả



Tốc độ các chủng ước lượng từ  $30 - 50 \text{ km/h}$ . Trọng lượng xe bán tải từ  $2,0 - 2,4 \text{ tấn}$ , và xe địa hình từ  $400 - 500 \text{ kg}$ . Ngoài ra, nhiều du khách đi lại ngắm cảnh hoặc chụp hình tại khu vực này, đặc biệt lượng du khách tăng lên khá đông trong các ngày lễ, thứ bảy và chủ nhật (Hình 2.15a,b). Điều đó cho thấy các loại xe bán tải và xe địa hình là nguồn rung động chủ yếu ở khu vực bờ Bầu Bả.

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

Độ chênh bề mặt địa hình của khu vực này trong giai đoạn 2006 – 2024 khá lớn. Có nhiều nơi bề mặt địa hình hạ thấp đến 19 m, phần bờ chủ yếu ở khu đêi Trinh Nữ và ven bờ Bầu Bà. Ngược lại, có những nơi bề mặt địa hình được nâng cao lên đến 24,5 m, phần bờ khép đều ở phía bắc của Bầu Bà với những đêi cát trắng nổi tiếp nhau. Bên cạnh đó cũng có những khu trong đêi ổn định, ít biến động, đó là nơi có thảm thực vật che phủ hoặc được người dân canh tác, gieo trồng, phần bờ ở ven hai Bầu, đặc biệt là phần đầu Bầu Ông có thảm thực vật rừng che phủ. Hình 2.19 minh họa mô hình ba chiều (3D) độ chênh địa hình khu vực Bầu Ông Trảng từ năm 2006 đến năm 2024.

Kết quả mô hình số (DSM) khu vực Bầu Ông Trảng từ năm 2006 đến tháng 01 năm 2024 cho thấy cao độ từ 30 – 109 m không biến đổi, thoải và thấp dần theo hướng đông bắc – tây nam (Hình 2.18).

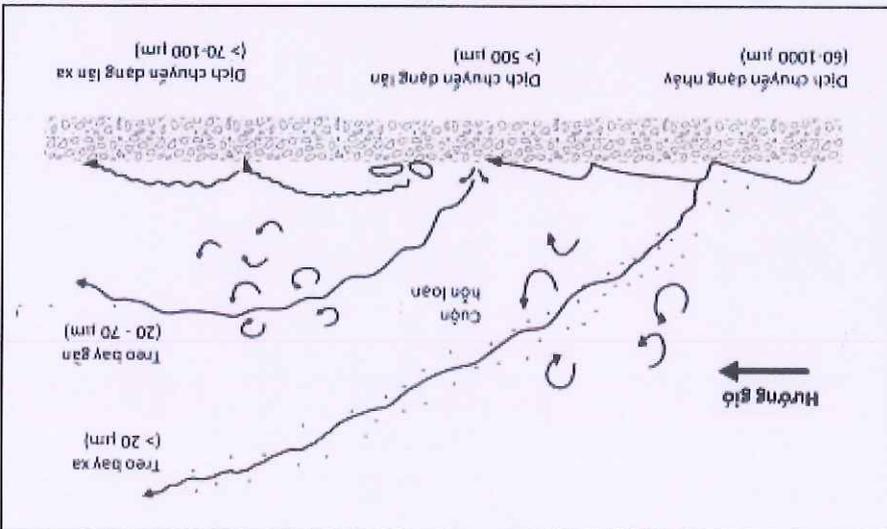
Địa hình của khu vực Bầu Ông Trảng có cao độ từ 30 – 109 m so với mực nước biển, thoải và thấp dần theo hướng đông bắc – tây nam. Phía bắc, đông bắc của khu vực có địa hình cao với những đêi cát đỏ và cát trắng với cao độ 109 m; ngược lại phía nam, tây nam có dạng địa hình thấp, nơi trũng thấp nhất là Bầu Ông và Bầu Bà với cao độ 30 m. Tuy nhiên, một số nơi có sự biến động, đặc biệt là khu đêi Trinh Nữ, như thể hiện trong Hình 2.17 dưới đây.

**Khu vực Bầu Ông Trảng**

**2.2.5. Địa hình**

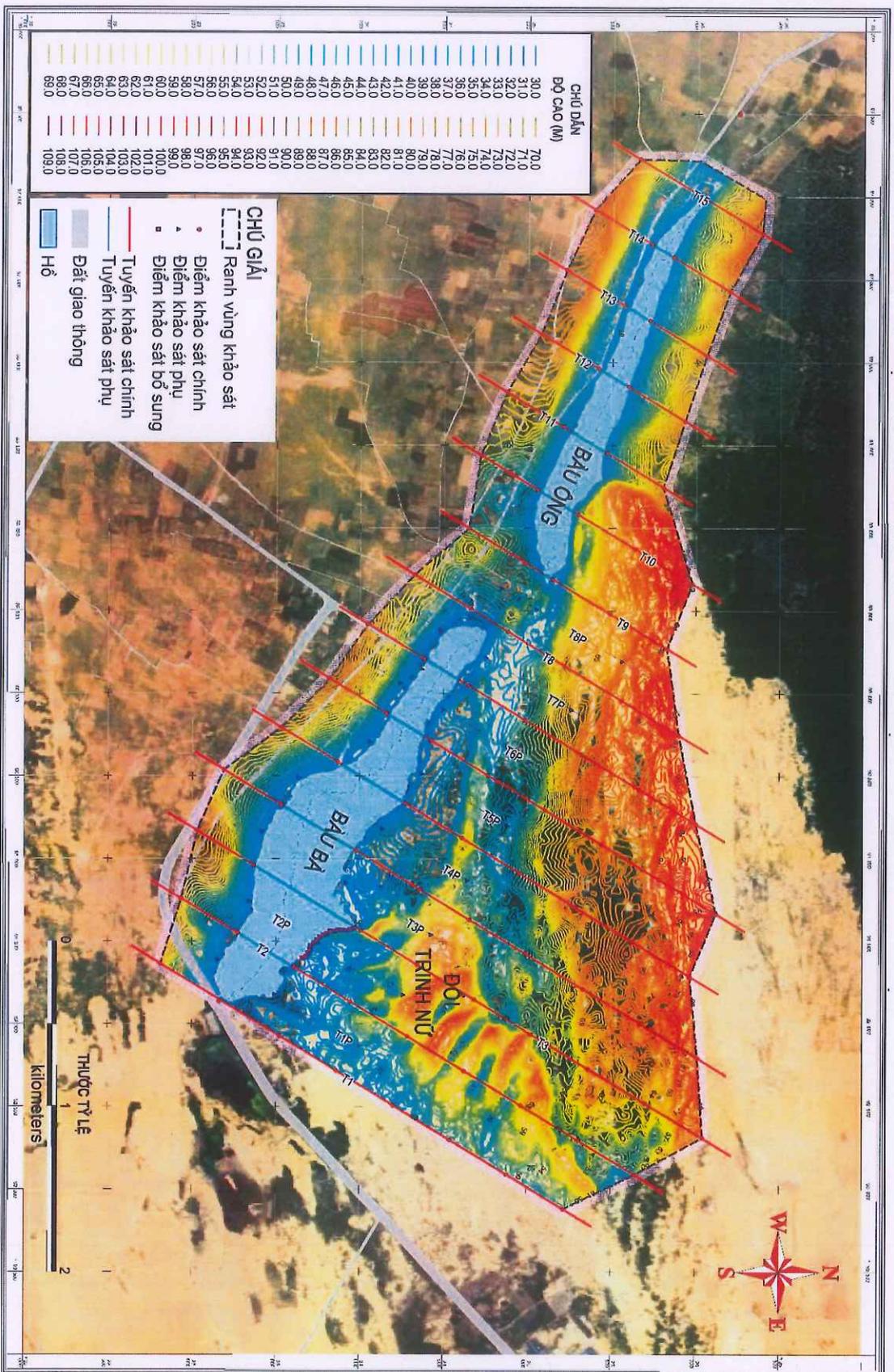
Quan trắc của chúng tôi về sự bồi lấp của cát dưới sự tác động của gió trên đêi cát ven bờ Bầu Bà cho thấy: ở tốc độ trung bình từ 8 – 10 m/s, giat 12 m/s trong 3 giờ thì mỗi 1 m<sup>2</sup> cát bồi lấp thêm từ 3 – 3,2 cm với trọng lượng từ 30 – 36 kg, tương đương 1 giờ cát bồi thêm được 1 cm, trọng lượng từ 10 – 12 kg trên 1 m<sup>2</sup>. Kết quả khảo sát, quan trắc cát bay trước đây [10] cho thấy cát xam nhập Bầu Ông là 1.286 m<sup>3</sup>/năm; Bầu Bà là 2.571 m<sup>3</sup>/năm.

**Hình 2.16.** Các dạng chuyên động của hạt cát do động năng của gió



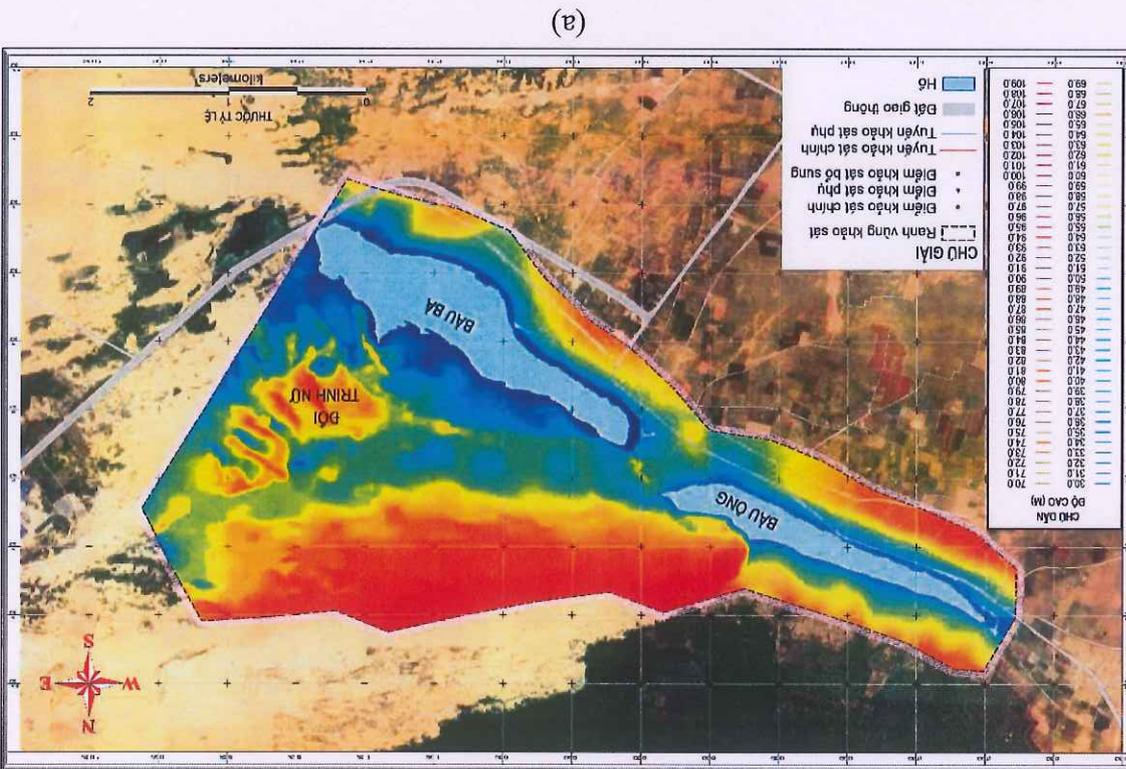
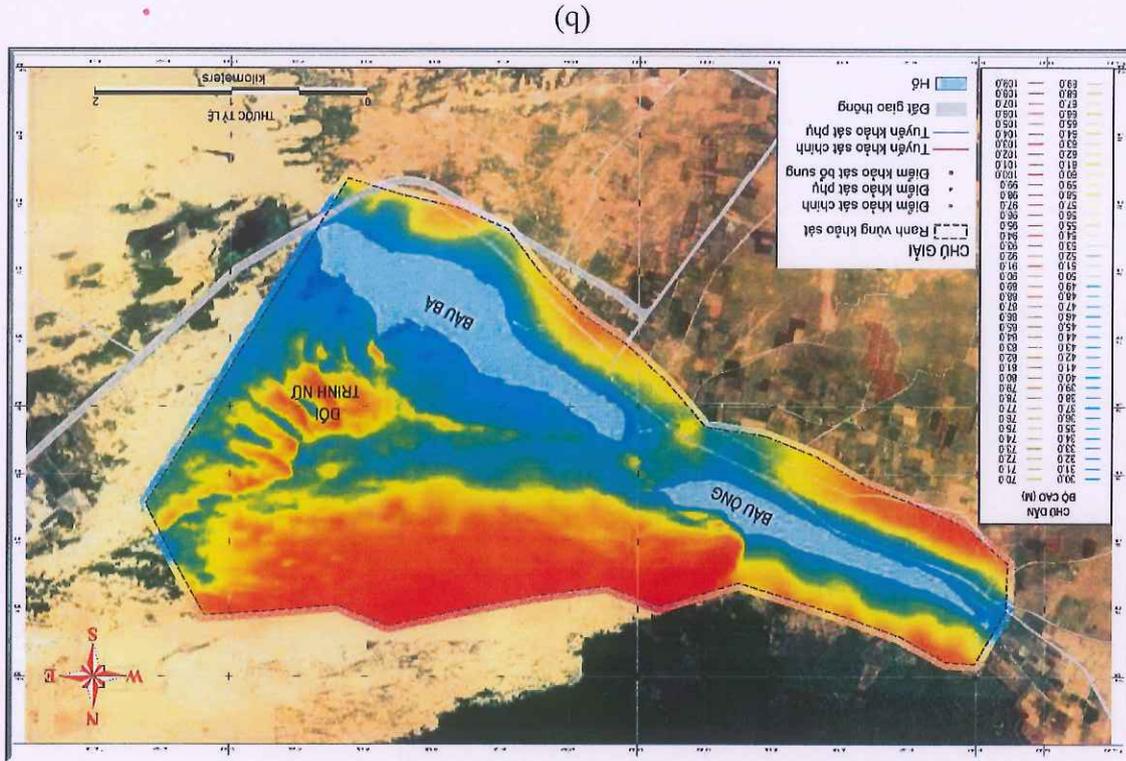
Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Ông Trảng"

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trắng"



Hình 2.17. Bản đồ địa hình khu vực Bầu Trắng (thu từ tỉ lệ 1:5.000)

Hình 2.18. Mô hình DSM năm 2006 (a) và năm 2024 (b) khu vực Bàu Trảng (thu tỉ lệ 1:5.000)



Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Trảng"

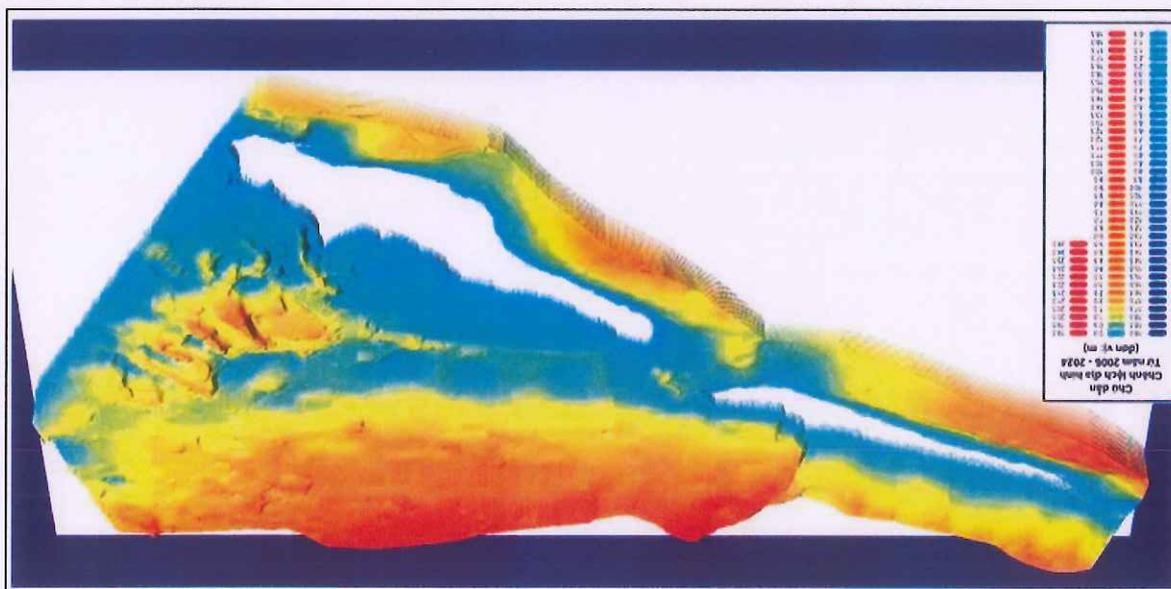
2.19.

Các kết quả khảo sát địa hình khu đồi Trinh Nữ qua 3 đợt được thể hiện qua Hình 2.19. Do tác động bởi gió mùa (đông bắc và tây nam) với tốc độ gió ổn định trong thời gian dài, nên khu đồi Trinh Nữ hình thành nên những đồi cát với ba kiểu còn gồm lưôi liềm kép (Barchanoid ridge), ngang (Transverse dune) và lưôi liềm đơn (Barchan) với độ cao từ 10 – 30 m, vuông góc với hướng gió và thường xuyên được bổ sung từ nguồn cát biển (chủ yếu là các trảng cát lớn phía đông bắc). Chúng có khuynh hướng dịch chuyển về phía tây (thời kỳ gió mùa đông bắc) và về phía đông (thời kỳ gió mùa tây nam). Hình đồi là một dãy cát dài có hình dạng uốn lượn hình sin hoặc cong nhẹ hay hình lưôi liềm. Sườn đồi có hai mặt gồm mặt đón gió phía trước và mặt trượt phía sau thường không đối xứng, mặt trượt cát phía sau thường có chiều dài nhỏ hơn hai lần mặt đón gió phía trước, đồng thời tạo thành một góc nghiêng từ 30 – 40° được gọi là góc nghỉ. Đạn xen là thung lũng hẹp dài theo hướng tây bắc – đông nam, bề mặt là thực vật thân bụi thưa thớt. Các đồi cát này cứ thế nối tiếp nhau và chỉ dừng lại khi đến khu vực thấp ven Bầu Bà.

Cao độ địa hình trong khu đồi Trinh Nữ thay đổi trong khoảng 30 – 83 m (Hình 2.20, 2.21), nghiêng thoải dần từ đông bắc xuống tây nam. Nơi cao nhất là những đồi cát vàng và trảng nằm phía đông bắc với cao độ từ 50 - 83 m, thấp nhất là khu vực Bầu Bà với cao độ chỉ 30 m.

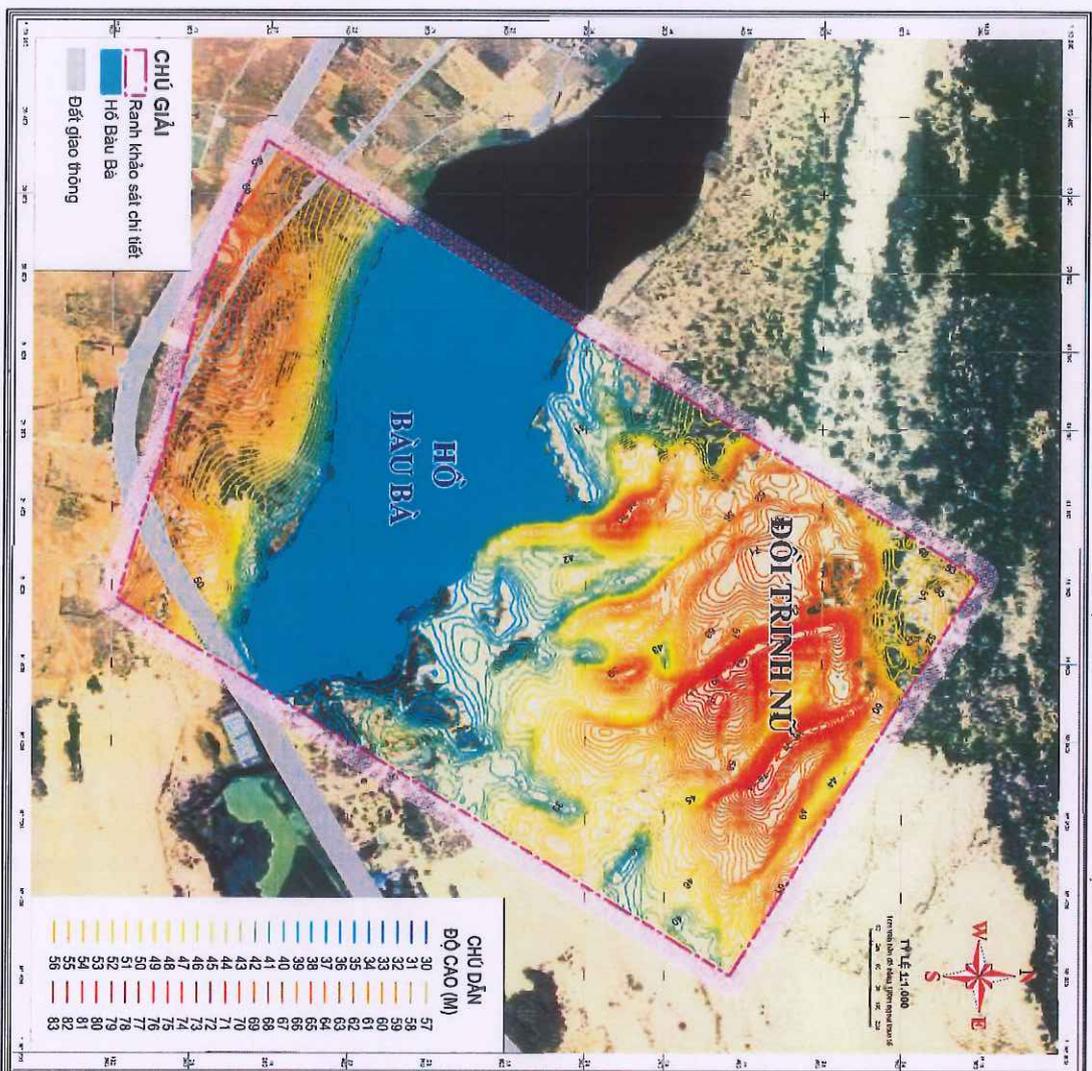
**Khu đồi Trinh Nữ**

Hình 2.19. Mô hình 3D mức độ chênh lệch địa hình khu vực Bầu Bà Trảng



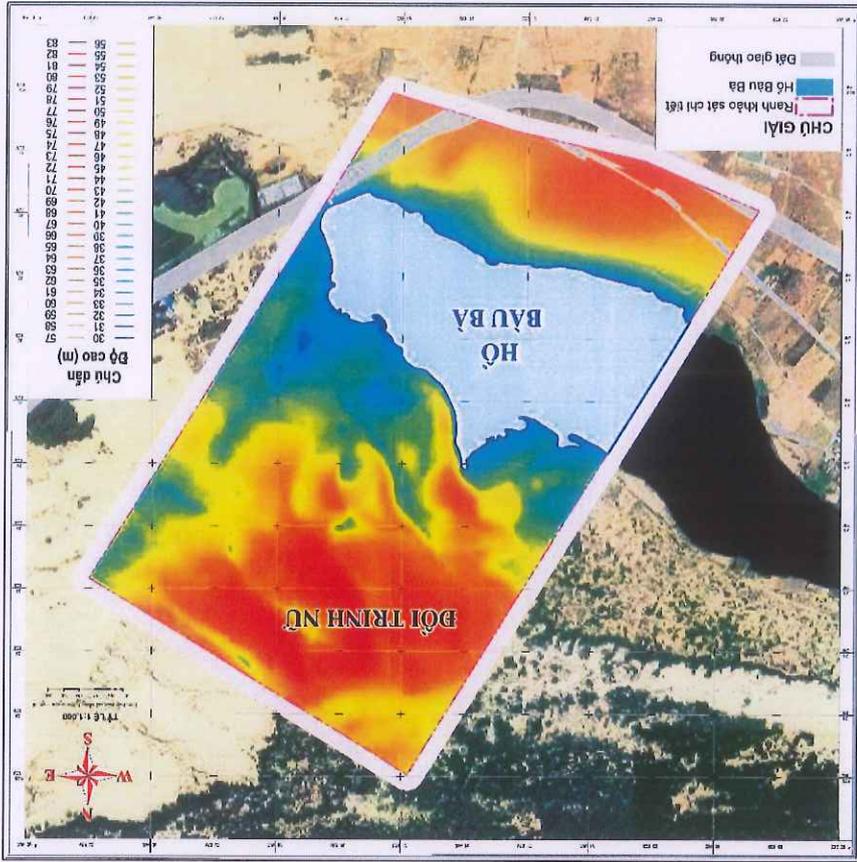
Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Bà Trảng"

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Trắng"

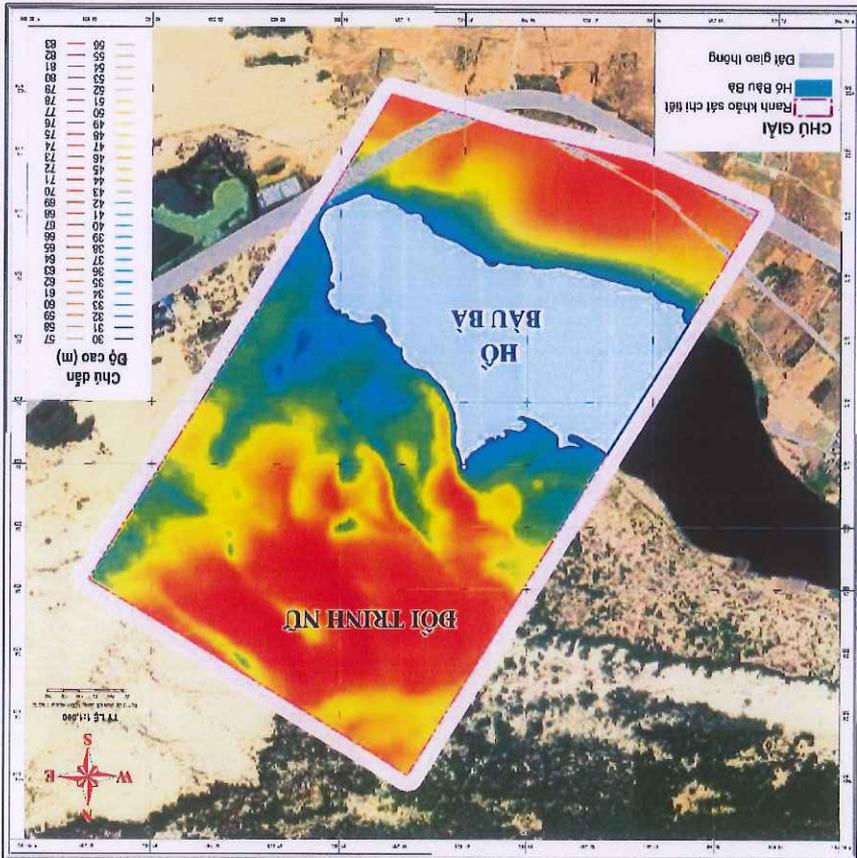


Hình 2.20. Bản đồ địa hình khu đồi Trinh Nử (thu từ tỉ lệ 1:1.000)

(b)



(a)



Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ kè khu vực hồ Bầu Trảng"

Từ Hình 2.24a cho thấy, mặc dù chỉ trong thời gian ngắn (01 tháng) nhưng địa hình bờ chủ yếu ở phần trung tâm, xen kẽp với đôi cát, có hình dáng kéo dài, dọc theo chân của các đôi cát, theo hướng đông bắc – tây nam. Bên cạnh đó, có những nơi bề mặt địa hình được nâng cao từ 1 đến 4 m (màu đỏ), phân bố xung quanh khu đôi Trinh Nữ. Trong đó,

- Độ chênh địa hình thời kỳ (25/01/2024 – 25/02/2024):

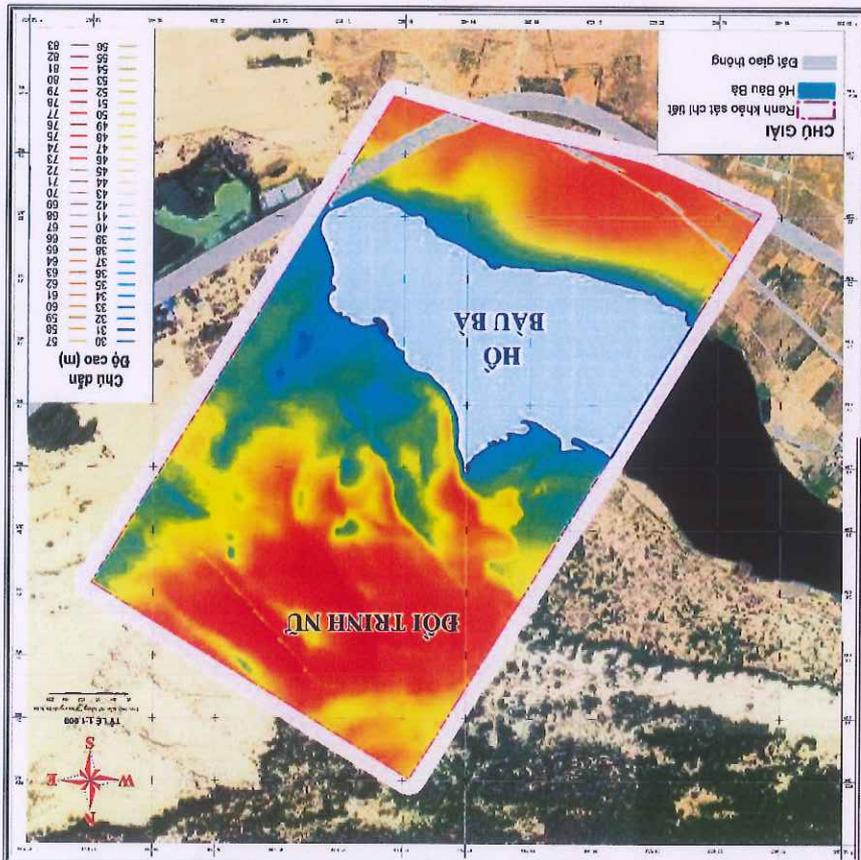
Đánh giá chung, tuy không có biên đôi cao độ (30 – 83 m) nhưng sự di chuyển của cát do tác động của gió dẫn đến sự thay đổi địa hình tại một số vị trí. Hình 2.24 trình bày bản đồ độ chênh cao độ tại một số vị trí giữa hai thời kỳ (25/01/2024 – 25/02/2024) và (25/01/2024 – 25/03/2024) trong khu đôi Trinh Nữ.

Trên Hình 2.23 có thể nhận thấy đỉnh đôi cát theo thời gian di chuyển dần về hướng tây (Bàu Bả). Phía bắc của đỉnh đôi di chuyển chậm hơn phía nam; khoảng cách đỉnh đôi giữa đợt 1 và đợt 3 ở phía bắc khoảng 5 m, phía nam khoảng 10 m.

nam (Hình 2.22).

Kết quả đánh giá diễn biến địa hình qua 03 đợt đo ở khu đôi Trinh Nữ cho thấy có sự biến đổi hình dáng và đỉnh của đôi cát. Nơi cách khác, đỉnh của đôi cát “di chuyển” dưới sự tác động của gió; trong thời gian khảo sát thì sự di chuyển này về phía Bàu Bả hướng tây

Hình 2.21. Bản đồ địa hình các đợt khu vực đôi Trinh Nữ (thu từ tỉ lệ 1:1.000)  
a) Đợt 1, ngày 25/01/2024; b) đợt 1, ngày 25/02/2024; c) Đợt 3, đợt 1, ngày 25/03/2024



(c)

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Trảng"

phần địa hình nâng cao 4 m phân bố tương đồng như nơi có địa hình 2 m và có xu hướng tiến sát đến mép nước Bầu Ba. Kết quả hình thành nên đôi cát ven bờ Bầu Ba có hình dạng kéo dài theo hướng tây bắc – đông nam với độ dốc từ 20° đến 55° (Hình 2.25).

- *Độ chênh địa hình thời kỳ (25/01/2024 – 25/03/2024):*

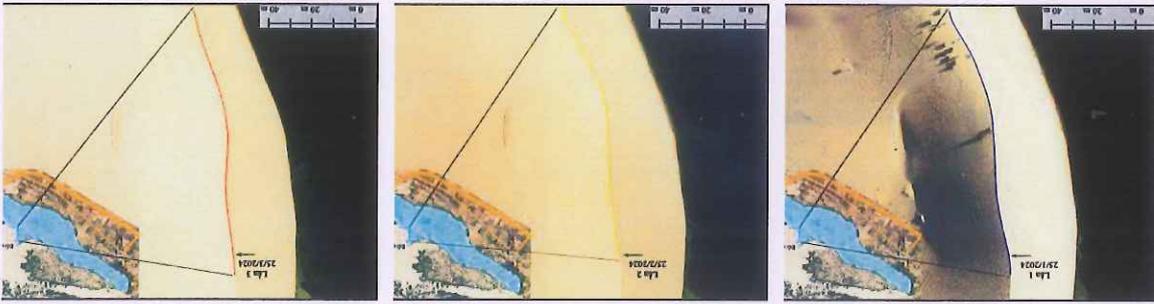
Qua Hình 2.24b có thể nhận thấy, trong thời kỳ này có sự khác biệt so với thời kỳ (25/01/2024 – 25/02/2024) về sự biến động địa hình và phân bố. Điều này thể hiện qua độ chênh địa hình nhiều hơn, có nơi hạ thấp 6 m (màu xanh), có nơi nâng cao lên 4 m (màu đỏ), phân bố rộng và đều khắp khu đôi Trinh Nữ. Tuy nhiên, vẫn có đặc điểm chung là các đôi cát đều tiến dần về phía tây, hình dạng chảy theo hướng đông bắc – tây nam và đôi cát ven bờ Bầu Ba có độ dốc cao từ 30° – 55° (Hình 2.25).

- *Sự chênh cao độ địa hình khu vực sạt lở*

Trong phạm vi diện tích 0,48 ha (Hình 2.2c), kết quả khảo sát cho thấy cao độ trung bình qua 3 đợt tại khu vực sạt lở Bầu Ba như sau:

- Đợt 1: 37,88 m;
- Đợt 2: 37,80 m, và
- Đợt 3: 37,36 m

Như vậy, chỉ trong thời gian 2 tháng (25/01/2024 – 25/03/2024) cao độ địa hình nơi đây có xu hướng giảm đi 0,52 m.

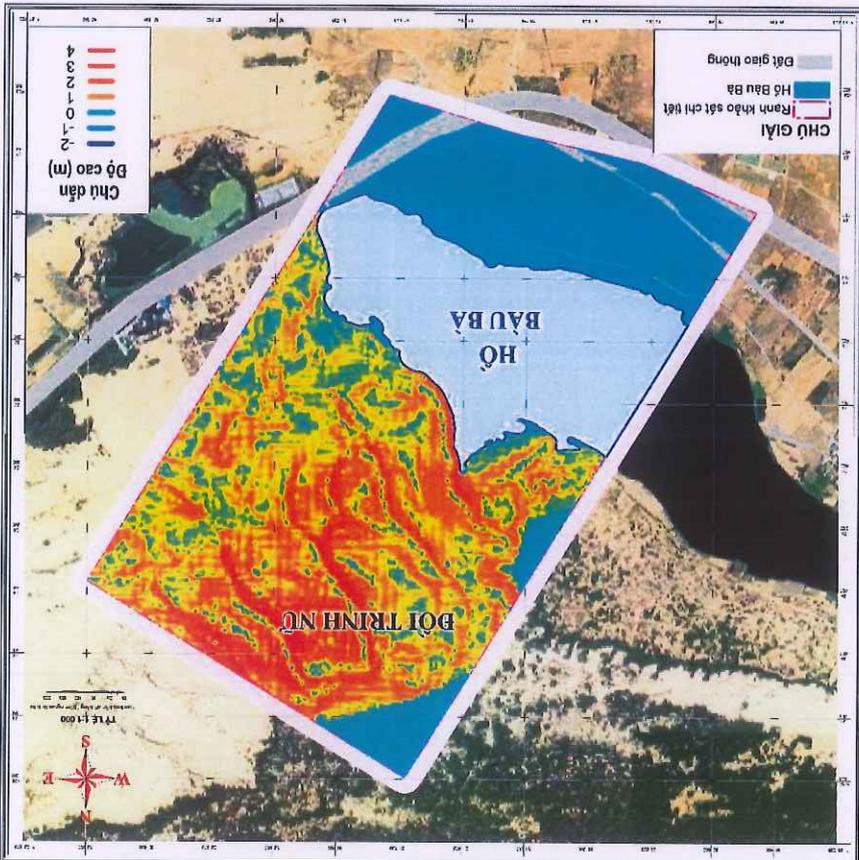
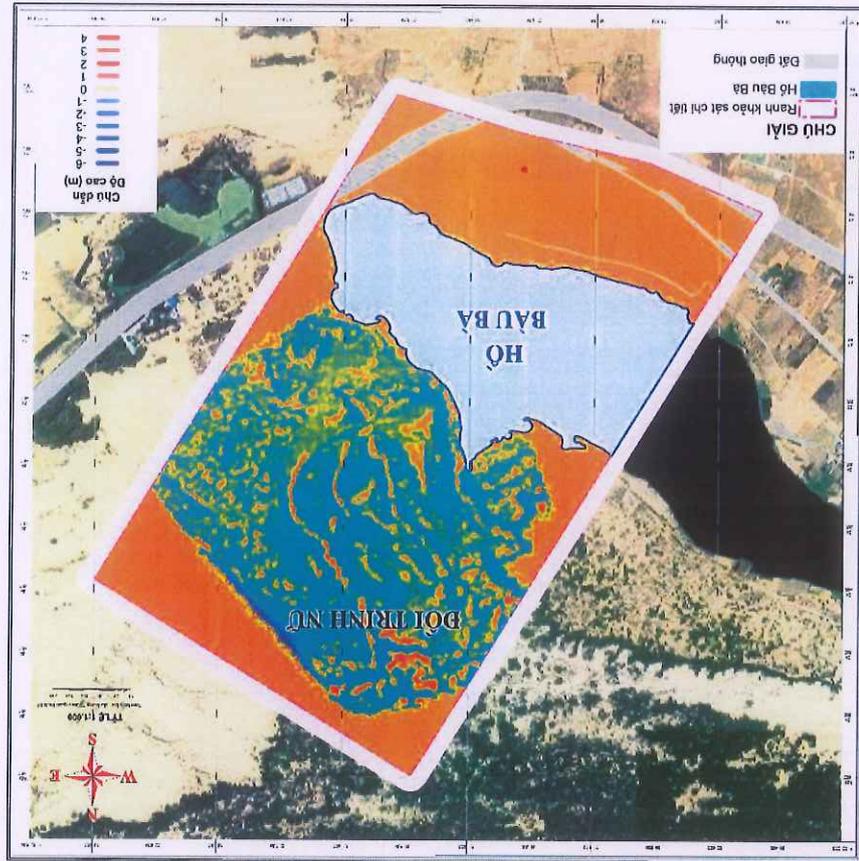


Hình 2.22. Diện biến địa hình các đợt đo khu đôi Trinh Nữ

(a) Đợt 1, ngày 25/01/2024; (b) Đợt 2, ngày 25/02/2024; (c) Đợt 3, ngày 25/03/2024

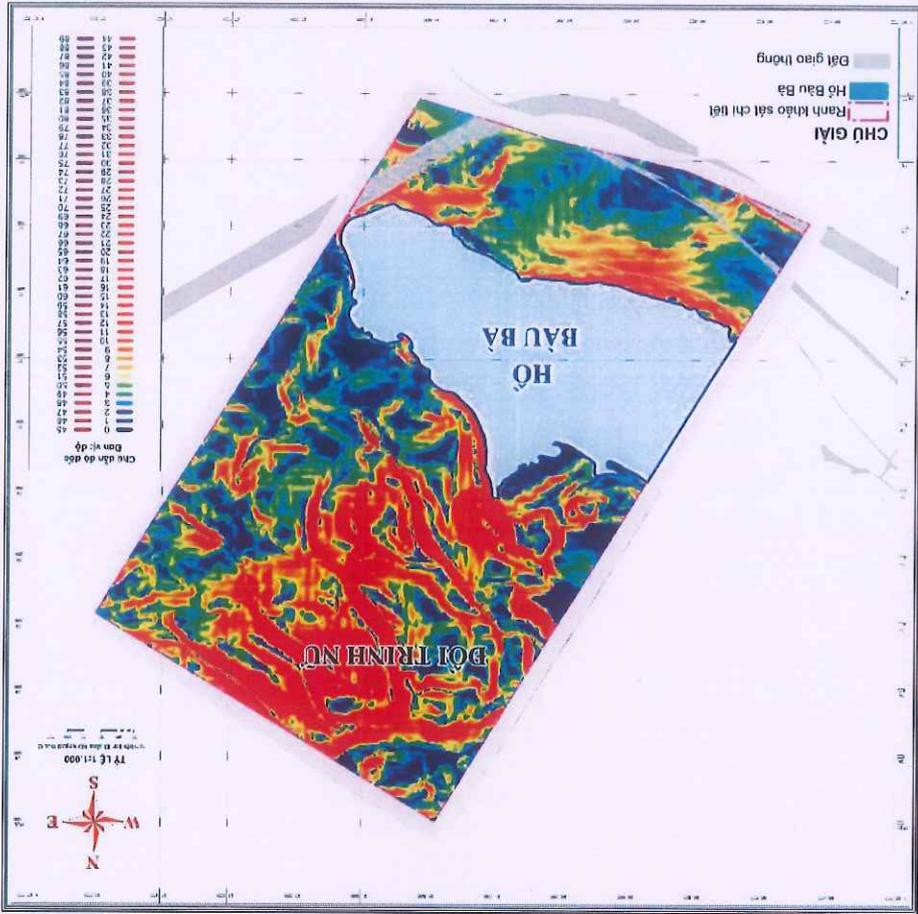


Hình 2.23. Sự di chuyển đỉnh đôi cát qua 3 đợt khảo sát khu đôi Trinh Nữ

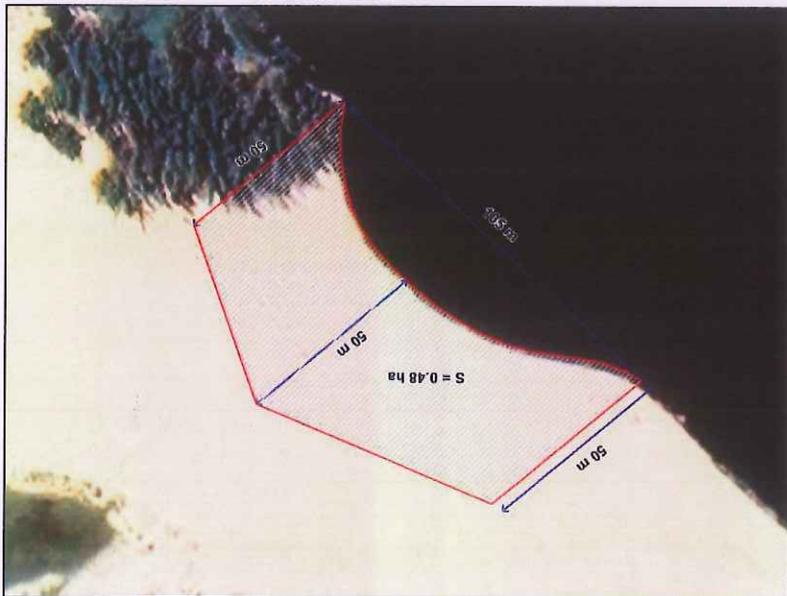


Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Trắng"

Hình 2.25. Bản đồ độ dốc địa hình khu đô thị Trinh Nữ (thu từ tỉ lệ 1:1.000)

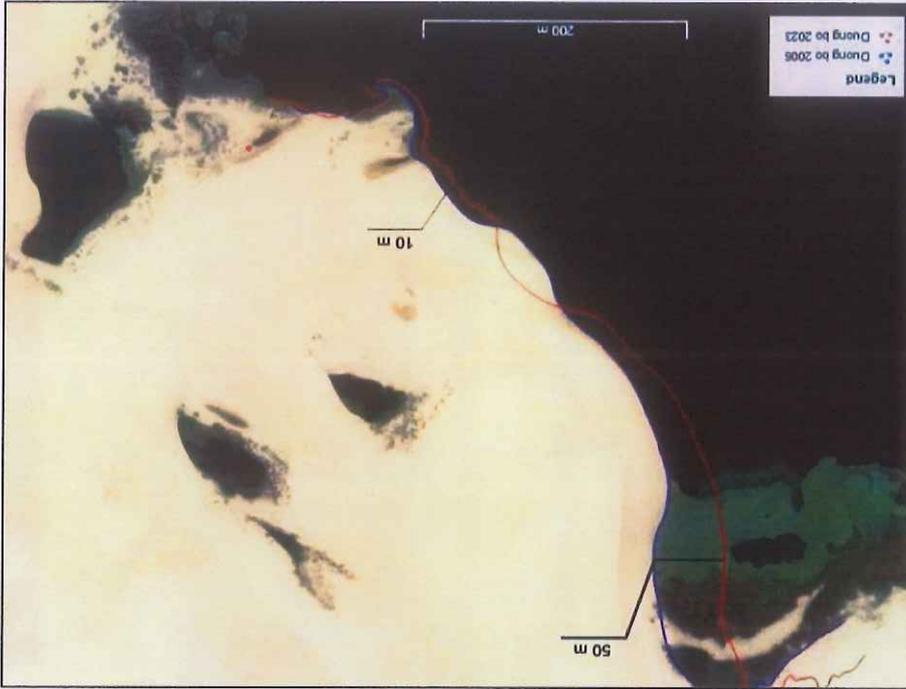


(c) Thay đổi cao độ trung bình tại khu vực sát lờ bờ Bàu Bà  
 (b) Độ chênh địa hình thời kỳ 25/01/2024 – 25/03/2024  
 (a) Độ chênh địa hình thời kỳ 25/01/2024 – 25/02/2024  
 (thu từ tỉ lệ 1:1.000)  
 Hình 2.24. Bản đồ độ chênh địa hình giữa các thời kỳ khu đô thị Trinh Nữ  
 (c)

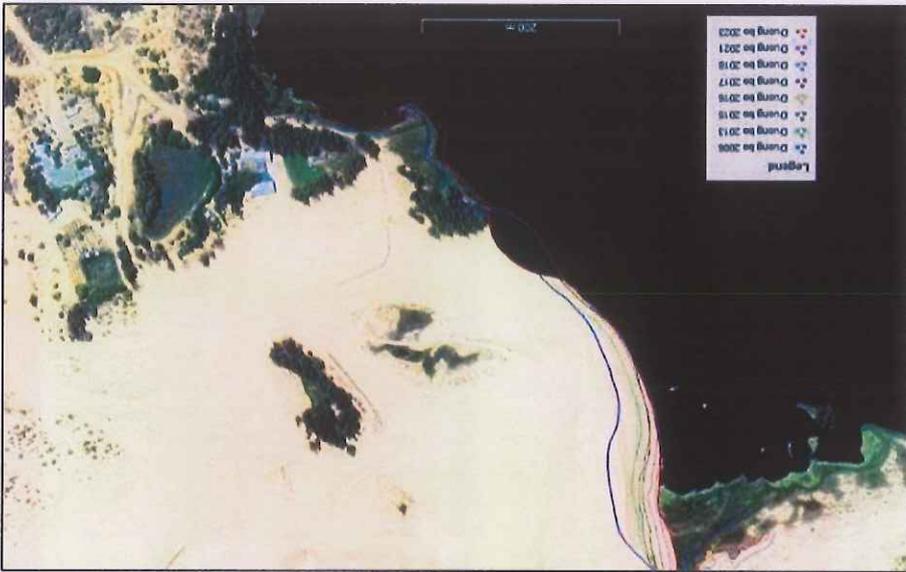


ĐỀ TÀI: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Trắng"

Hình 2.27. Đường bờ khu đổi Trinh Nữ năm 2006 và 2023



Hình 2.26. Diện tích đường bờ khu đổi Trinh Nữ từ năm 2006 – 2023



- Đường bờ Bà Ba khu đổi Trinh Nữ (sắt lỏ) có xu hướng di chuyển về phía tây nam. Đây là kết quả của quá trình bồi lấp (cát trần) của cát bay bởi gió mùa đông bắc (Hình 2.26).
  - Đường bờ phía bắc bồi tụ nhanh hơn, khoảng 50 m (trung bình 3m/năm) gấp 5 lần phía nam, khoảng 10 m, ngoài trừ phần sắt lỏ, (trung bình 0,6 m/năm) (Hình 2.27).
- Phân tích, so sánh ảnh vệ tinh 8 thời kỳ (2006, 2013, 2015, 2016, 2017, 2018, 2021 và 2023) trong vòng 17 năm (2006 – 2023), có thể nhận thấy:

2.2.6. Biến động đường bờ

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sắt lỏ và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bà Trảng"

- Diện tích mặt nước 102,6 ha,
  - Chu vi 6.512 m,
  - Độ sâu mặt nước: 15 – 20 m,
  - Cao độ mặt nước 34,2 m,
  - Dung tích: 11.337.378 m<sup>3</sup>.
- Bàu Bà:**
- Diện tích mặt nước 45,4 ha,
  - Chu vi 5.347 m,
  - Độ sâu mặt nước: 12 – 15 m,
  - Cao độ mặt nước 38,2 m,
  - Dung tích: 3.196.771 m<sup>3</sup>.
- Bàu Ong:**

Kết quả đo đạc địa hình lòng Bàu Trảng vào thời điểm tháng 01/2024 cho phép thành lập Bản đồ địa hình lòng Bàu Ong (Hình 2.29) và Bàu Bà (Hình 2.30). Trong đó:

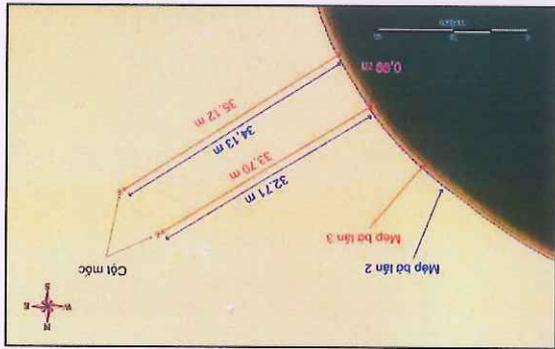
**Hiện trạng diện tích và chu vi Bàu Trảng (tháng 01/2024)**

**2.2.7. Diện tích và chu vi Bàu Trảng**

**Hình 2.28b.** Hiện trạng bồi tụ bờ Bàu Bà sau sạt lở ngày 03/5/2023 (Ảnh chụp ngày 12/7/2024)



**Hình 2.28a.** Hiện trạng bồi tụ bờ hồ Bàu Bà trong 1 tháng (25/02/2024 – 25/3/2024)



Kết quả xử lý hình ảnh và đo đạc cho thấy tại khu vực sạt lở bờ Bàu Bà có sự chênh lệch đường bờ giữa đợt 2 (ngày 25/02/2024) và đợt 3 (ngày 25/03/2024). Trong thời gian 1 tháng đường bờ ở đây được bồi tụ ra thêm gần 1,0 m về phía tây nam (Hình 2.28a). Trên thực tế chúng tôi đã quan sát thấy hiện nay đường bờ sau sạt lở đang trong quá trình bồi tụ sau tháng 5/2023 (Hình 2.28b).

Dề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Trảng"

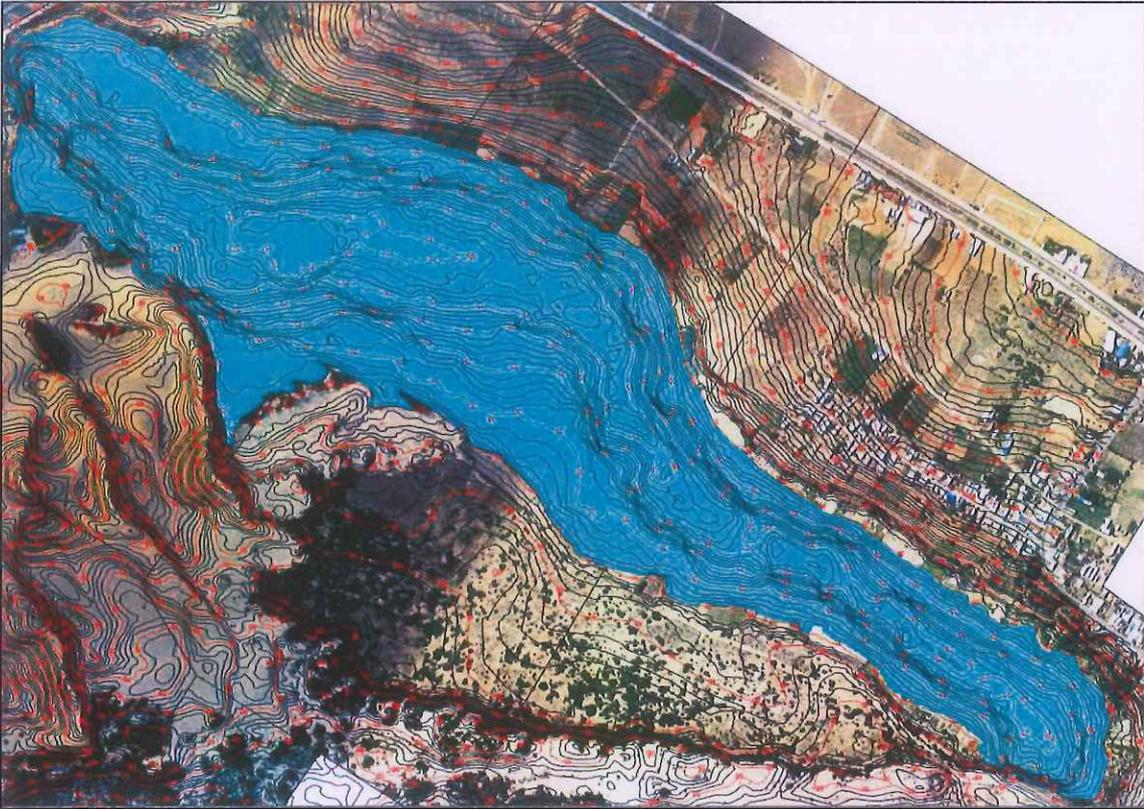
Theo Bản đồ Nam kỳ thuộc Pháp tỉ lệ 1:400.000 thu thập được, phân tích diện tích và chu vi hồ cho thấy vào năm 1901 (Hình 2.31):

- Diện tích mặt nước của Bầu Ong là 87,9 ha, của Bầu Bà là 129,6 ha.
- Chu vi Bầu Ong khoảng 4,7 km, Bầu Bà khoảng 6,7 km.

1) Bản đồ Nam kỳ thuộc Pháp tỉ lệ 1:400.000 (năm 1901)

**Diễn biến diện tích và chu vi Bầu Trảng qua các thời kỳ**

**Hình 2.30.** Bản đồ địa hình lòng Bầu Bà (thu từ tỉ lệ 1:5.000)

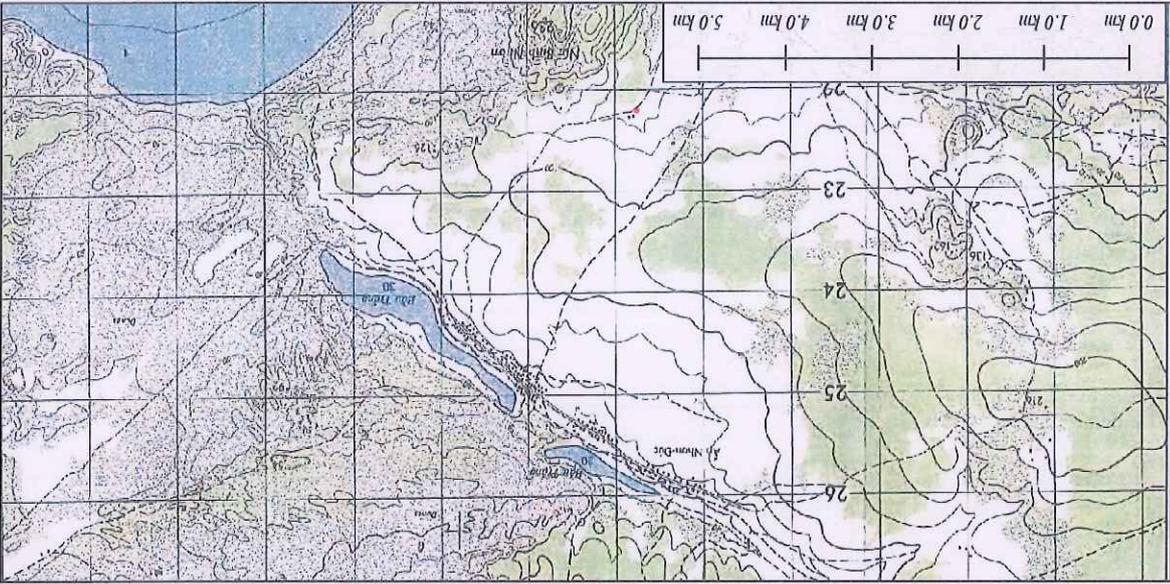


**Hình 2.29.** Bản đồ địa hình lòng Bầu Ong (thu từ tỉ lệ 1:5.000)



Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

Hình 2.32. Bản đồ địa hình tỉ lệ 1/50.000 hệ UTM do Mỹ xuất bản năm 1965



- Diện tích mặt nước của Bầu Ong là 35,7 ha, của Bầu Bà là 81,5 ha.
- Chu vi cửa Bầu Ong khoảng 2,8 km, của Bầu Bà khoảng 3,5 km.

cho thấy (Hình 2.32):

Kết quả phân tích bản đồ địa hình tỉ lệ 1:50.000 hệ UTM do Mỹ xuất bản năm 1965

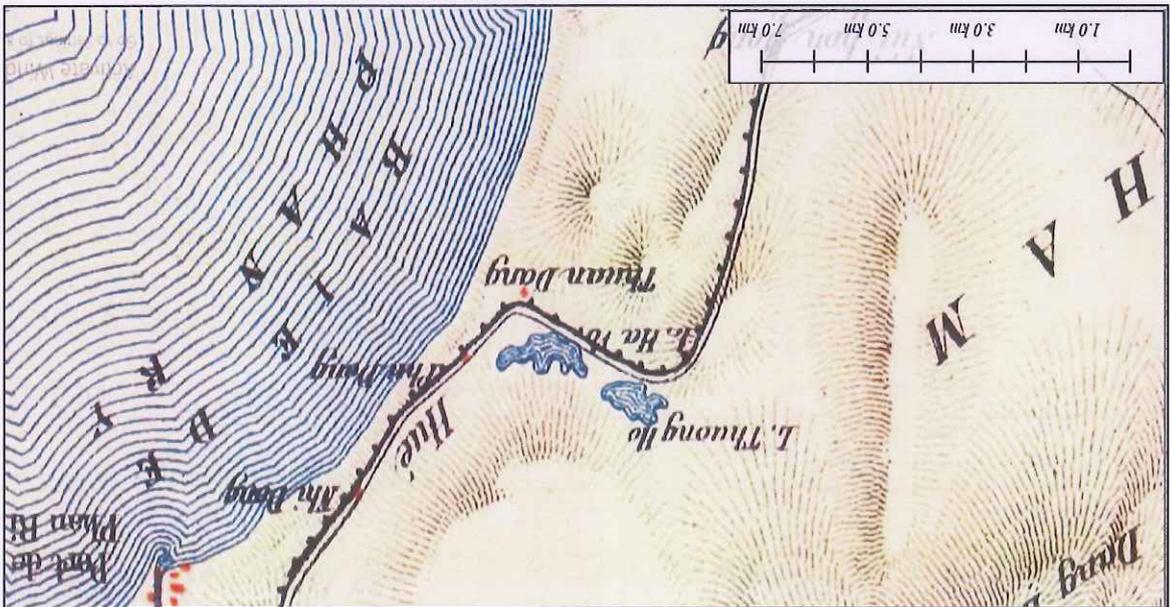
3) Bản đồ địa hình tỉ lệ 1/50.000 hệ UTM do Mỹ xuất bản (năm 1965)

mặt nước của Bầu Ong là 30 ha, của Bầu Bà là 70 ha.

Theo kết quả phân tích Bản đồ địa hình do Cục Đò bản thành lập năm 1954, diện tích

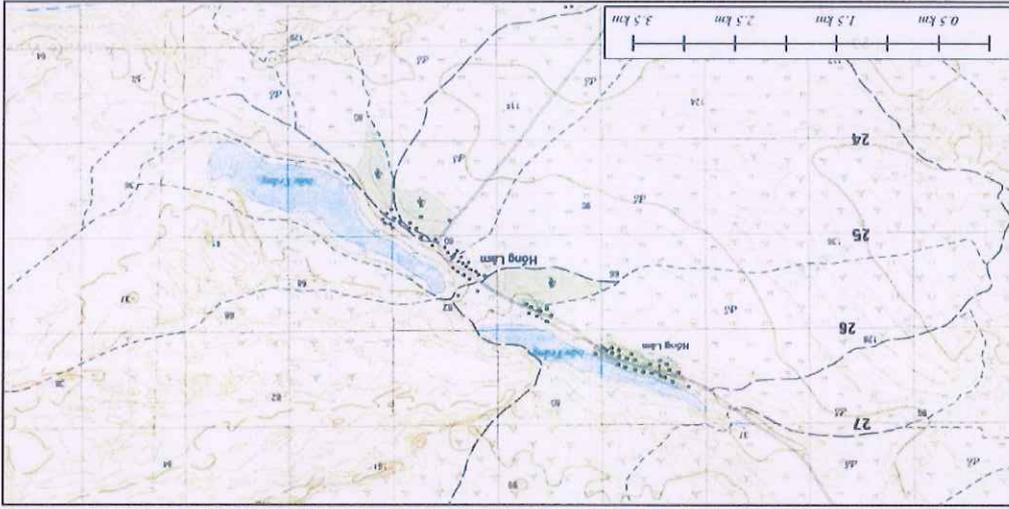
2) Bản đồ địa hình do Cục Đò bản thành lập (năm 1954)

Hình 2.31. Bản đồ Nam Kỳ thuộc Pháp tỉ lệ 1:400.000



Đè tại: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trăng"

Hình 2.34. Bản đồ địa hình tỉ lệ 1:50.000 hệ VN2000 (năm 2005)



- Diện tích mặt nước của Bầu Ong là 44,5 ha, của Bầu Bà là 86,7 ha.
  - Chu vi của Bầu Ong khoảng 5,05 km, của Bầu Bà khoảng 6,03 km.
- Theo kết quả phân tích Bản đồ địa hình (Hình 2.34):

6) Bản đồ địa hình tỉ lệ 1:50.000 hệ VN2000 xuất bản (năm 2005)

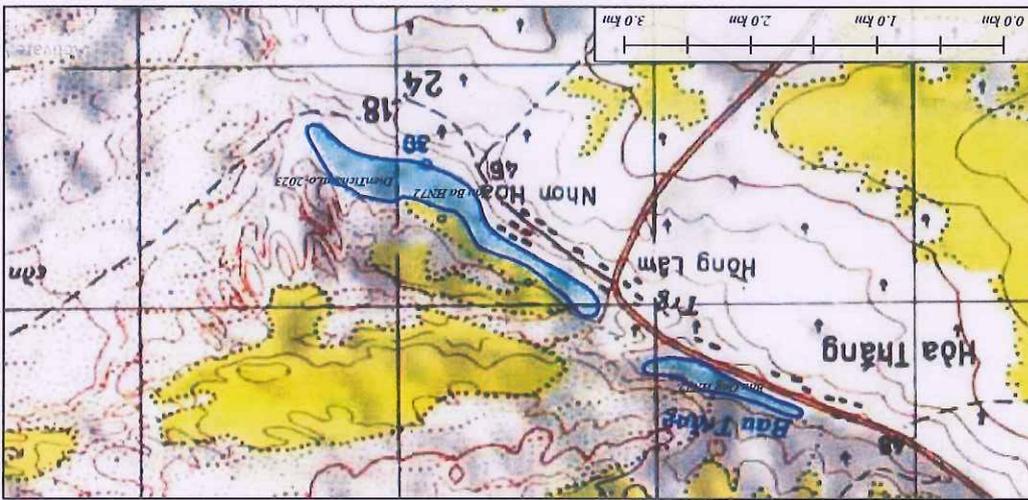
Bầu Bà là 92,7 ha.

Kết quả đo đạc năm 2001 cho thấy, diện tích mặt nước của Bầu Ong là 41,3 ha, của

về môi trường bên trong" (năm 2001)

5) Đề tài: "Điều tra Bầu Trảng, lập quy hoạch bảo vệ, khai thác nguồn nước và bảo

Hình 2.33. Bản đồ địa hình tỉ lệ 1:100.000 hệ Gauss



Bà là 84,3 ha.

Theo dữ liệu bản đồ địa hình tỉ lệ 1:100.000 hệ Gauss do Cục Đo đạc và Bản đồ Nhà nước xuất bản năm 1981 (Hình 2.33), diện tích mặt nước của Bầu Ong là 30,4 ha, của Bầu

bản (năm 1981)

4) Bản đồ địa hình tỉ lệ 1/100.000 hệ Gauss do Cục Đo đạc và Bản đồ Nhà nước xuất

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

Bè tại: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

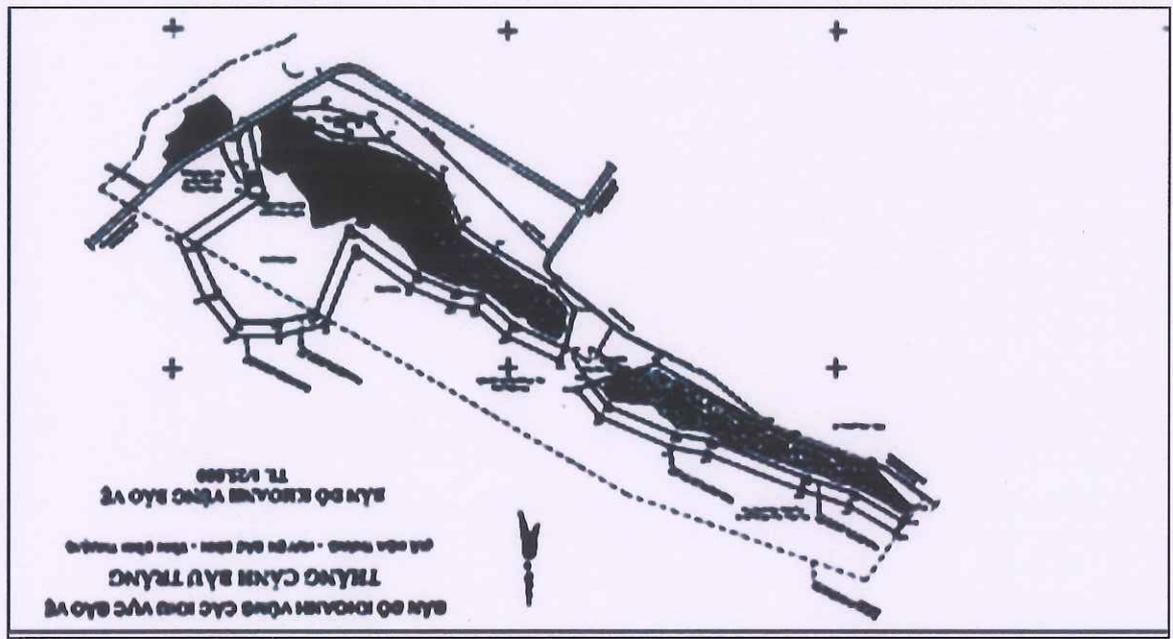
7) Dự án: "Quản lý, giám sát môi trường khu vực Bầu Trảng xã Hòa Thành, huyện Bắc Bình Tỉnh Bình Thuận" (năm 2006)

Theo kết quả đo đạc vào thời điểm tháng 12/2006, diện tích cửa Bầu Ông là 41,8 ha, cửa Bầu Bà là 94,1 ha.

8) Bản đồ khoanh vùng bảo vệ (năm 2019)

Theo kết quả phân tích Bản đồ khoanh vùng bảo vệ năm 2019 thu thập tại Ban Quản lý Khu du lịch Bầu Trảng (Hình 2.35):

- Diện tích mặt nước của Bầu Ông là 47,9 ha, cửa Bầu Bà là 106,9 ha.
- Chu vi Bầu Ông khoảng 5,26 km, cửa Bầu Bà khoảng 6,57 km.



Hình 2.35. Bản đồ khoanh vùng bảo vệ và thặng cảnh Bầu Trảng tỉ lệ 1:25.000

Diện tích và chu vi Bầu Trảng xác định từ các loài bản đồ và ảnh vệ tinh khác nhau được thông kê trong Bảng 2.4. Có thể nhận thấy diện tích và chu vi Bầu Trảng theo thời gian (từ năm 1965) và ảnh vệ tinh (từ năm 1985) đến 2024 đều có xu hướng tăng qua các thời kỳ.

Theo kết quả đo đạc của đề tài vào tháng 01/2024:

- Độ sâu mặt nước của Bầu Ong thay đổi từ 12 – 15 m (Hình 2.36); rãnh sâu của Bầu Ong phân bố ở giữa lòng hồ theo hướng tây bắc – đông nam với cao độ giảm dần từ 40 m xuống 24 m (Hình 2.36).

- Độ sâu mặt nước của Bầu Bà thay đổi từ 15 – 20 m (Hình 2.38); rãnh sâu uốn lượn theo trục diện dọc của hồ với cao độ giảm dần từ 30 m xuống 8 m; dạng chủ yếu là rãnh sâu có xu thế tiếp cận lờ bờ hồ khu vực sát lờ, ở đó cao độ đất giữa trị nhỏ nhất, từ 8 – 10 m (Hình 2.39).

### 2.2.8. Độ sâu Bầu Trăng

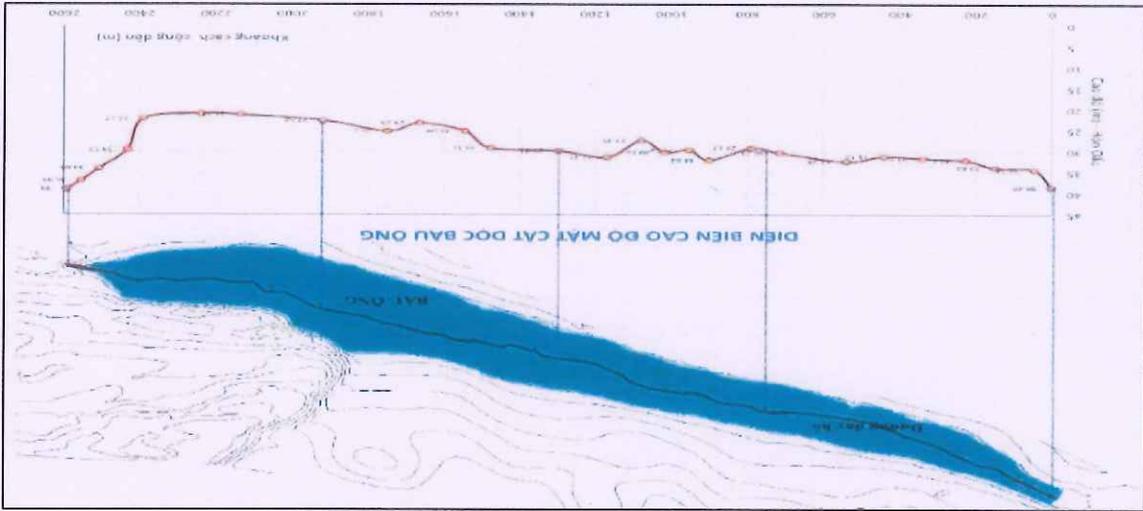
#### Độ sâu mặt nước Bầu Trăng (tháng 01/2024)

TT	Bầu Ong		Bầu Bà		Nguồn tài liệu
	Chu vi (km)	Diện tích (ha)	Chu vi (km)	Diện tích (ha)	
1	4,7	87,9	6,7	129,6	Bản đồ Nam Kỳ thuộc Pháp tỉ lệ 1:400.000 (năm 1901)
2	3,87	35,70	5,97	81,50	UTM Mỹ 1:50.000 (năm 1965)
3	3,73	30,40	5,89	84,30	HN1972 tỉ lệ 1:10.000 (năm 1981)
4	5,06	44,52	6,04	86,70	Bản đồ VN2000 1:50.000 (năm 2000)
5	5,27	47,00	6,57	104,60	Bản đồ khoanh vùng bảo vệ (năm 2019)
6	4,25	45,4	6,51	102,6	Trực tiếp đo tháng 01/2024
1	5,14	37,00	6,44	100,00	Ảnh vệ tinh tháng 12/1985
2	5,30	45,00	6,68	96,00	Ảnh vệ tinh tháng 01/2006
3	5,30	45,00	6,68	96,00	Ảnh vệ tinh tháng 01/2009
4	5,29	46,00	6,77	100,00	Ảnh vệ tinh tháng 02/2015
5	5,30	45,00	6,68	96,00	Ảnh vệ tinh tháng 01/2023
6	5,43	45,00	6,49	100,00	Ảnh vệ tinh tháng 01/2024
7	5,35	45,40	6,51	102,60	Ảnh chụp UAV tháng 01/2024

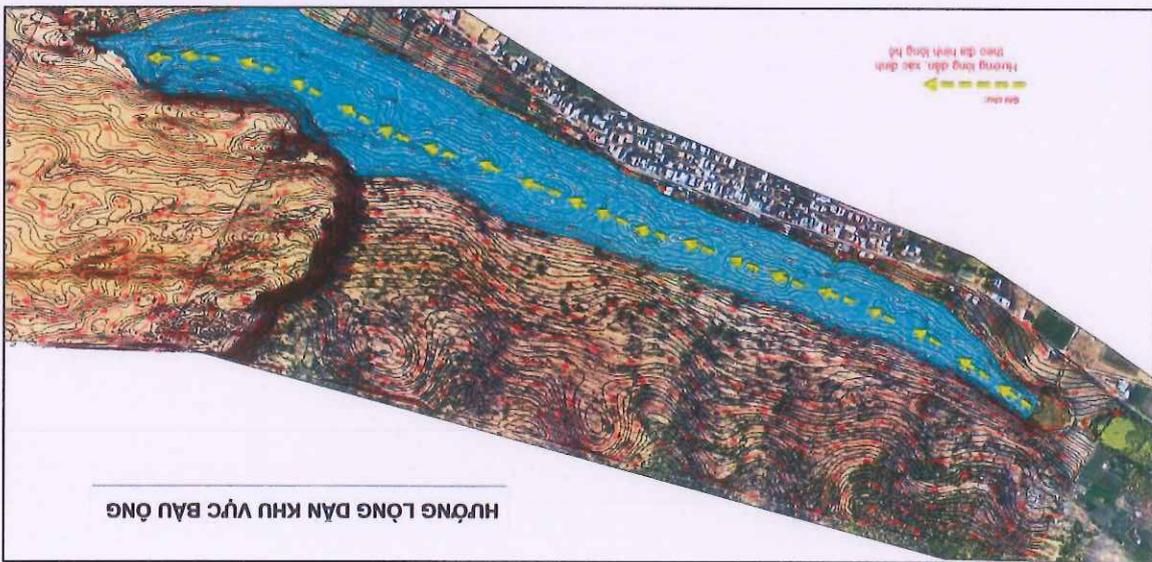
Bảng 2.6. Bảng thông kê diện tích và chu vi Bầu Trăng qua các thời kỳ

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trăng"

Hình 2.37. Diện biên cao độ rãnh sâu Bầu Ông

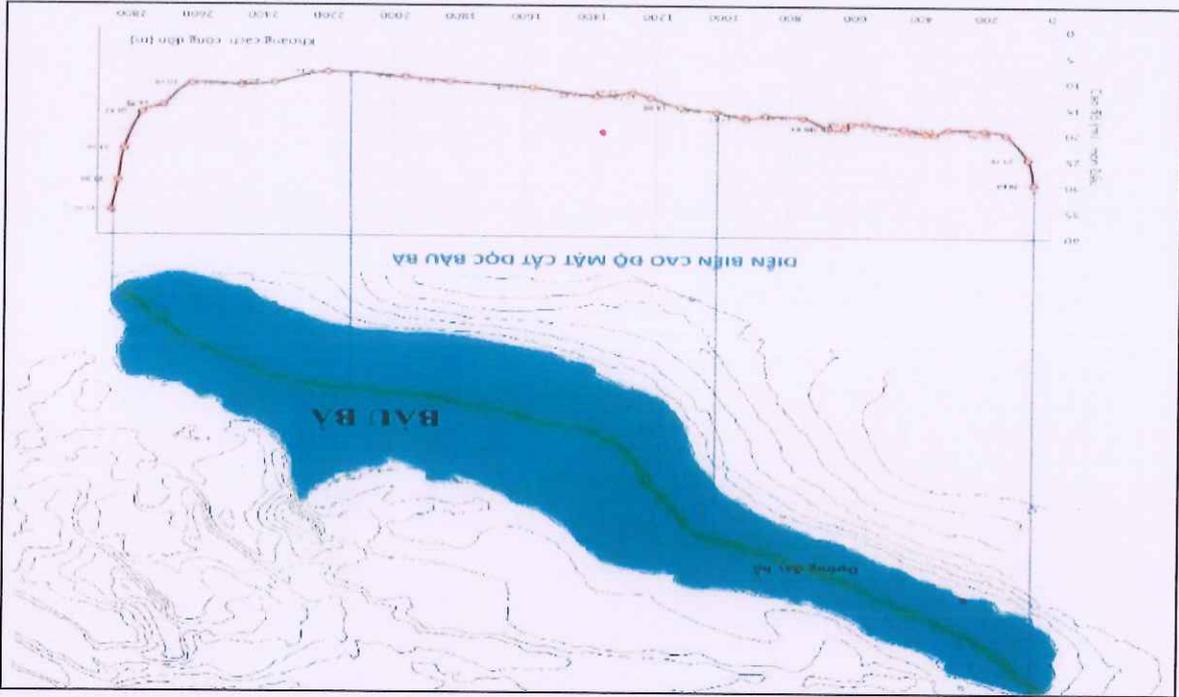


Hình 2.36. Bình đồ đường đồng mức mực hồ tại Bầu Ông (thu từ tỉ lệ 1:5.000)

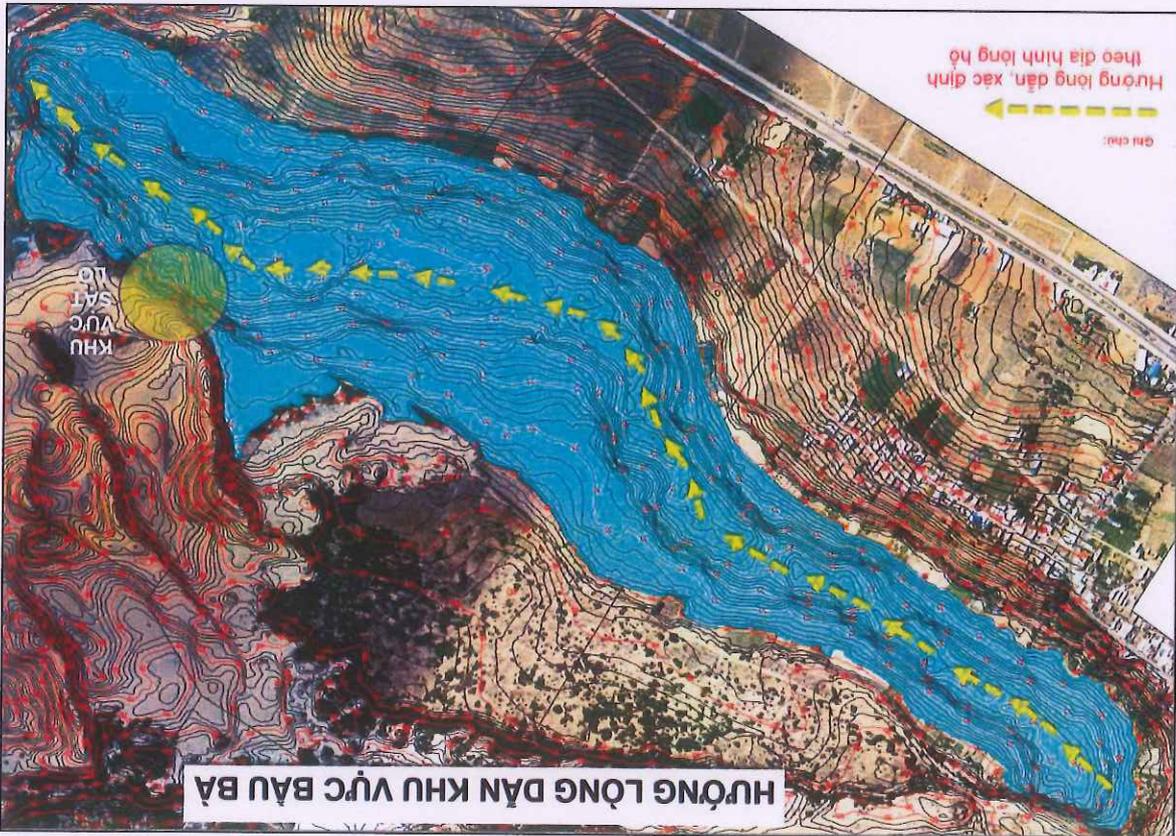


Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Ông Trảng"

Hình 2.39. Diện biển cao độ rãnh sâu Bầu Bà



Hình 2.38. Bình đồ đường dòng mức Bầu Bà (thứ tự tỉ lệ 1:5.000)



Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Bà Trảng"

- Độ dốc lớn thay đổi 0 - 8 độ, tập trung vào khu vực lòng hồ. Trong đó tại các khu vực có trung giữa hồ độ dốc rất nhỏ, từ 0 - 3 độ.
  - Độ dốc lớn tập trung vào 2 mép bờ hồ (Tuyến 2, Tuyến 3) tuân theo quy luật chung của hồ nước tự nhiên.
  - Độ dốc lòng Bầu Ong lớn nhất từ 25 - 46 độ, tập trung khu vực đôi cát cuối hồ (Tuyến 1).
- Kết quả phân tích cho thấy độ dốc Bầu Ong có các đặc điểm như sau (Hình 2.40):

**2.2.9. Độ dốc Bầu Trăng**  
**Lòng Bầu Ong**

TT	Độ sâu mặt nước (m)		Nguồn tài liệu
	Bầu Ong	Bầu Bà	
1	4 - 6	33 - 34	Hoàng Việt nhất thống Dư địa chí (năm 1806)
2	-	30	Bản đồ UTM của Mỹ 1:50.000 (năm 1965)
3	-	30	Phân cục Địa dư Đà Lạt (tháng 4/1967)
4	8 - 13	20 - 21	Liên đoàn BĐDC miền Nam (tháng 11/2000)
5	8 - 13	20 - 21	Viện KHTL miền Nam (tháng 12/2006)
6	12 - 15	15 - 20	Trực tiếp đo của đề tài (tháng 01/2024)

**Bảng 2.7. Bảng thông kê độ sâu mặt nước Bầu Trăng qua các thời kỳ**

Diễn biến độ sâu mặt nước Bầu Trăng qua các thời kỳ trình bày trong Bảng 2.7. Có thể thấy trong giai đoạn (2000 - 2024) độ sâu mặt nước của Bầu Ong tương đối ổn định, trong khi của Bầu Bà có khuynh hướng giảm đi một chút.

Theo tài liệu lịch sử Nhà Nguyễn trong thế kỷ 19 (năm 1806 xuất bản Hoàng Việt nhất thống Dư địa chí (皇極一統輿地志)), các tài liệu cơ bản thông nhất độ sâu hồ Thượng tức Bầu Ong từ 4 - 6 m; hồ Hạ tức Bầu Bà khoảng 33 - 34 m.

- Trên bản đồ địa hình tỉ lệ 1:50.000 (bản đồ UTM Tin tức của Mỹ dùng trong chiến tranh Việt Nam xuất bản năm 1965), 2 bầu có độ sâu ghi trên mặt hồ là 30 m.

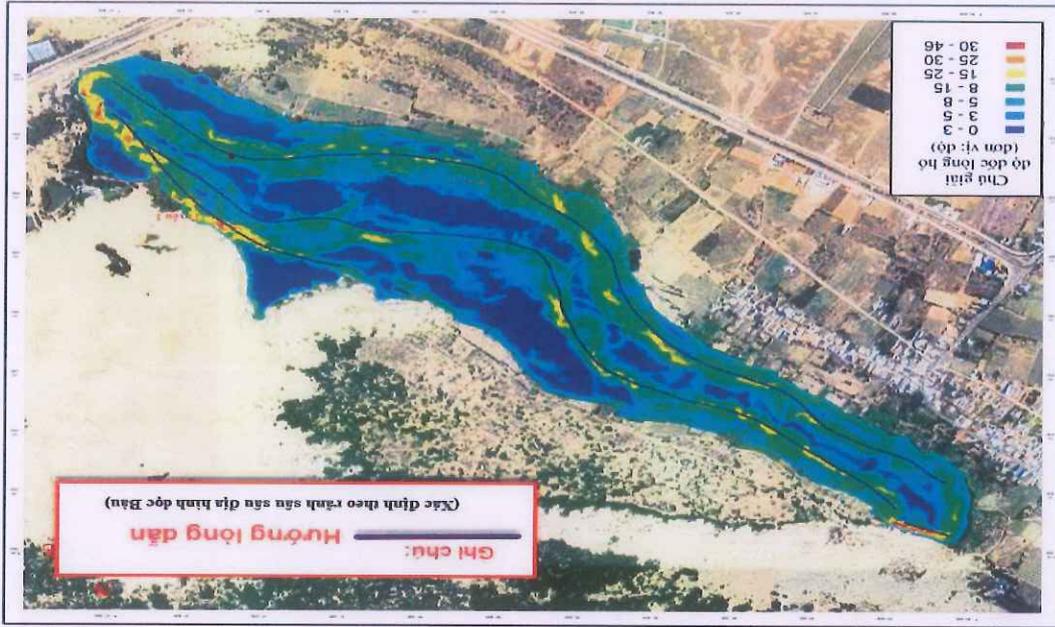
- Trên bản đồ địa hình tỉ lệ 1:50.000 do Phân cục Địa dư Đà Lạt ấn hành tháng 4/1967, 2 Bầu có độ sâu là 30 m.

- Tháng 11/2000, kết quả khảo sát của Liên Đoàn BĐBD miền Nam cho kết quả: Bầu Ong độ sâu phổ biến 8 - 13 m; Bầu Bà độ sâu phổ biến 20 - 21 m.

**Danh giá diễn biến độ sâu Bầu Trăng**

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trăng"

Hình 2.41. Bản đồ độ dốc lòng Bầu Bà (thu từ tỉ lệ 1:5.000)



- Kết quả phân tích cho thấy độ dốc Bầu Bà có các đặc điểm như sau (Hình 2.39):
- Độ dốc lòng Bầu Bà lớn nhất trong khoảng 30 - 46 độ, tập trung chủ yếu ven bờ hồ từ khu vực sát lờ đến phần đầu hồ (Tuyến 1).
- Hầu hết độ dốc khu vực lòng hồ thay đổi từ 0 - 3 độ, điều này cho thấy khu vực lòng hồ tương đối bằng phẳng.
- Có hai tuyến độ dốc cao từ 15 - 25 độ (Tuyến 2, Tuyến 3) chạy dọc lòng hồ và bám theo rãnh sâu của lòng hồ.
- Độ dốc lòng hồ ở bờ phải lớn hơn so với bờ trái, từ khu vực sát lờ của Tuyến 1 có độ dốc lớn, từ 13 - 46 độ (Hình 2.41).

**Độ dốc lòng Bầu Bà**

Hình 2.40. Bản đồ độ dốc lòng Bầu Ông (thu từ tỉ lệ 1:5.000)



Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lờ và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

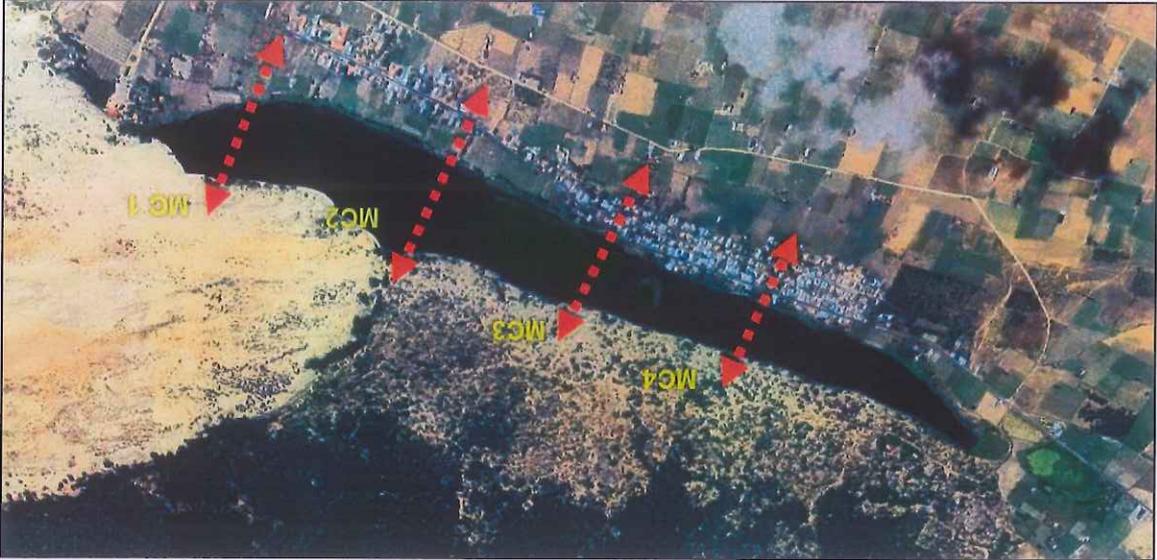
### 2.2.10. Dòng chảy Bàu Tràng

Do đặc dòng chảy Bàu Tràng được thực hiện vào tháng 01/2024.

#### Bàu Ong

Bao gồm 4 tuyến đo theo hướng tây bắc – đông nam. Kết quả đo đạc cho thấy vận tốc dòng chảy tại các mắt cắt lòng Bàu Ong rất nhỏ, dao động từ 0,004 - 0,006 m/s; hướng dòng chảy không rõ ràng trên các mắt cắt (Hình 2.42).

Địa hình đáy Bàu Ong khá bằng phẳng và dốc thoải dần về phía cuối đuôi bầu. Đây hồ không tạo các gò cạn, cho thấy trầm tích hình thành nên đáy hồ được thành tạo trong môi trường có chế độ thủy văn trũng và không có dòng chảy rôi và không có sự phân bố dòng chảy rõ ràng (Hình 2.43). Phần đầu Bàu Ong phía tây bắc là nơi có độ sâu thấp nhất (5 – 6 m), lòng hồ hẹp (50 – 60 m). Từ 8 – 13 m là độ sâu phổ biến thường tập trung ở đoạn giữa của hồ, chiều rộng trung bình từ 70 – 90 m và nơi có độ sâu cao nhất (14,5 m) là phần đuôi bầu nằm phía đông nam, lòng hồ mở rộng (nơi rộng nhất là 170 m). Trắc diện ngang đáy hồ phần nhiều có dạng chữ "U" lõm, đáy bằng, tuy nhiên một số nơi phía đuôi bầu có trắc diện ngang đáy hồ dạng chữ "V" lõm, với đáy lệch về phía bờ trái. Từ bề mặt bờ hồ trước khi chuyển xuống đáy hồ thường tạo các bậc chuyển tiếp khá phẳng và thoải dần về phía giữa lòng. Các bề mặt này rộng trung bình 30 – 50 m, độ sâu ngập nước từ 2 - 6 m, phần bờ chủ yếu phía bờ phải. Đây chính là các bãi tích tụ cát từ phía trên xuống và cũng là nơi canh tác ven lòng hồ của người dân trước đây. Trắc diện dọc cho thấy địa hình đáy Bàu Ong khá bằng phẳng và thoải dần từ đầu về phía cuối đuôi bầu.



Hình 2.42. Vị trí các mắt cắt đo dòng chảy Bàu Ong

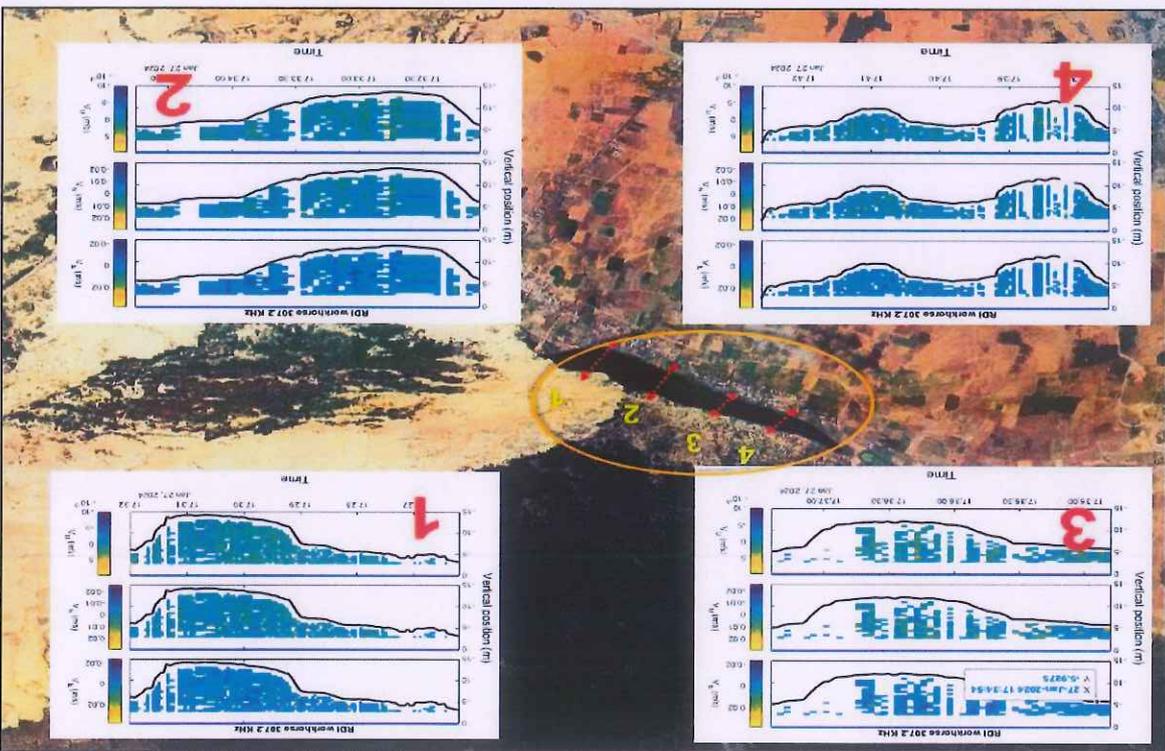
Phần đầu năm Bàu Bà nằm phía tây bắc là nơi có độ sâu thấp nhất (từ 12 – 15 m), lòng hồ hẹp (khoảng 100 m). Từ 20 – 21 m là độ sâu phổ biến thường tập trung ở đoạn giữa của hồ, chiều rộng trung bình từ 150 – 170 m, và nơi có độ sâu lớn nhất (20 – 21 m) là phần đuôi bàu nằm phía đông nam, lòng hồ mở rộng (nơi rộng nhất đến 300 m). Trước diện ngang đây hồ có dạng chữ “U” lớn, khá bằng phẳng. Từ bề mặt bờ hồ trước khi chuyển xuống đây hồ cũng tạo các bề mặt khá bằng phẳng và thoải dần về phía giữa lòng. Các bề mặt này rộng trung bình 50 – 60 m, độ sâu ngập nước từ 1,5 – 4,0 m, phần bờ đều ở 2 bên bờ hồ và cũng là bề mặt canh tác ven lòng hồ của người dân trong vùng đây nay bị ngập nước. Trước diện dốc cho thấy địa hình đây Bàu Bà khá bằng phẳng, dốc thoải dần về phía cuối đuôi bàu.

2.46).

Thực hiện 9 tuyến đo theo hướng tây bắc – đông nam. Trên tất cả các mặt cắt tốc độ dòng chảy rất nhỏ, chỉ đạt 0,003 – 0,008 m/s, do đó có thể coi như dao động của toàn bộ khối nước. Trong cùng một mặt cắt, vận tốc ở giữa lòng hồ nơi chung lớn hơn ven bờ hồ. Hướng dòng chảy không cố định, phần bờ ngẫu nhiên (Hình 2.44, Hình 2.45). Ngoài ra, kết quả đo chỉ tiết tại 3 vị trí (kí hiệu A, B, C) gần khu vực sạt lở bằng thiết bị đo dòng chảy ADCP theo điểm cũng cho thấy vận tốc dòng chảy rất nhỏ và hướng dòng chảy cũng không theo quy luật. Điều đó chứng tỏ không tồn tại dòng chảy ngầm trong lòng Bàu Bà (Hình

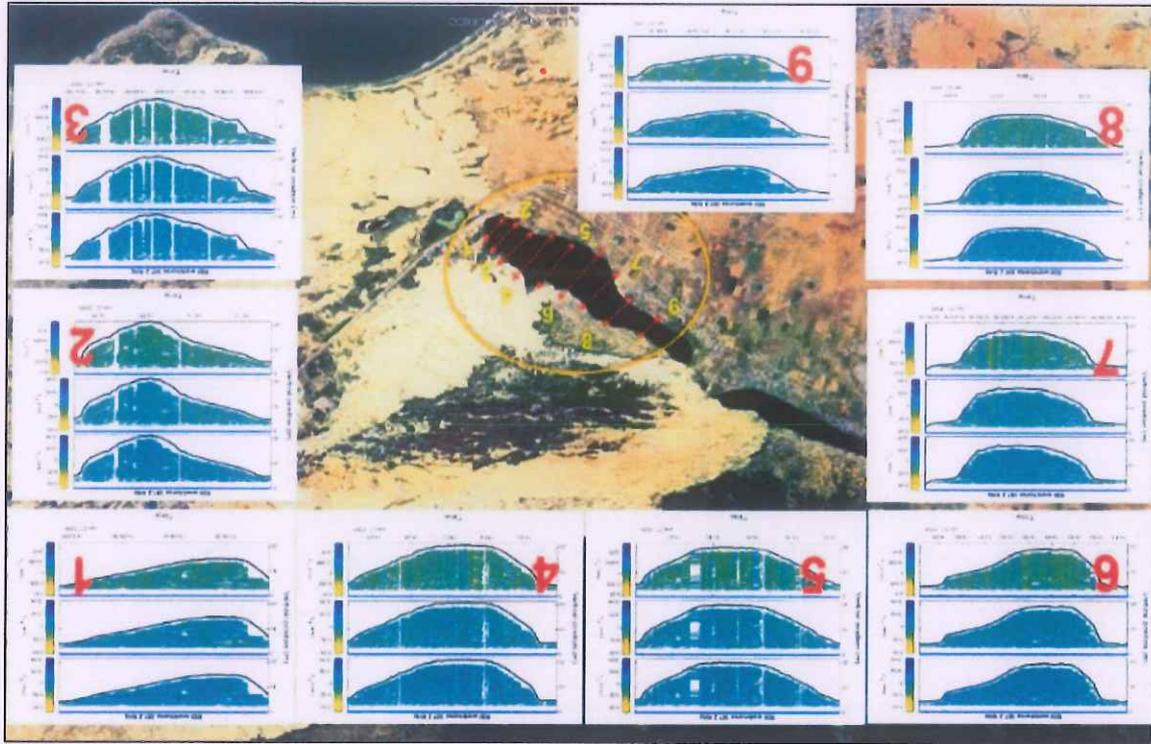
### Bàu Bà

Hình 2.43. Diện biên dòng chảy trên các mặt cắt tại Bàu Ông

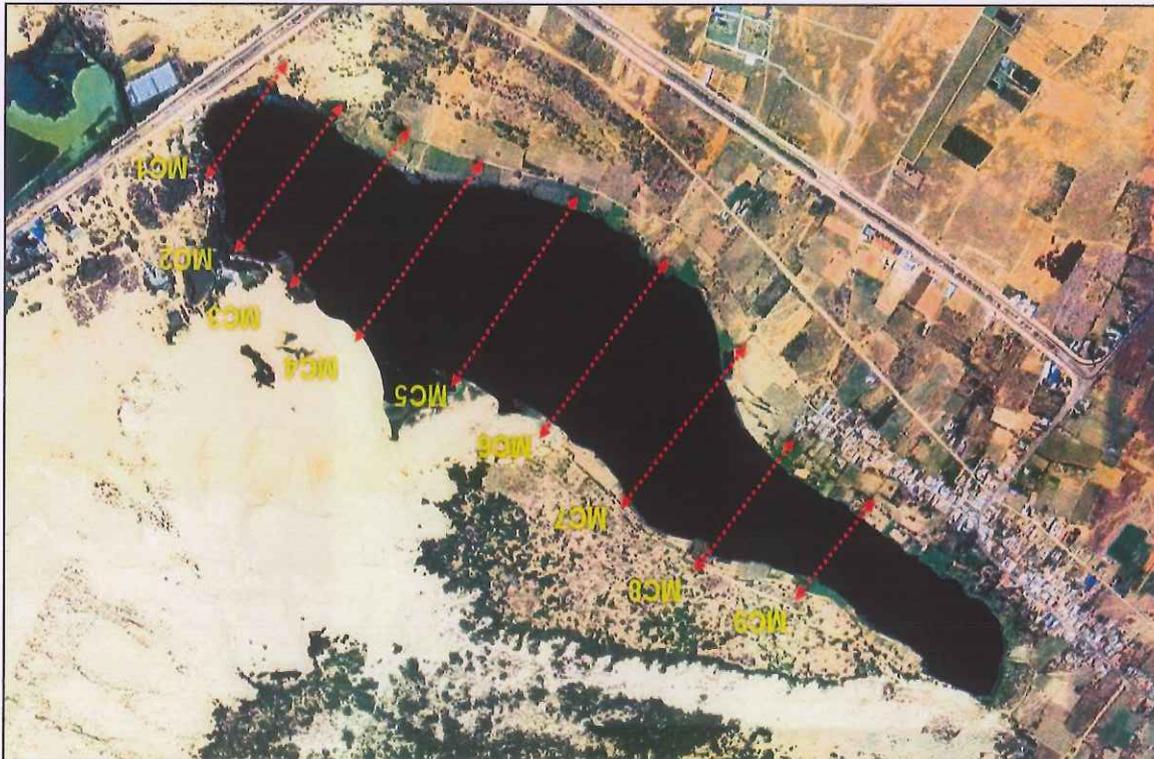


Đề tài: “Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Trảng”

Hình 2.45. Diện biến dòng chảy do đặc tại các mặt cắt Bầu Bà



Hình 2.44. Vị trí các mặt cắt ngang do đặc dòng chảy tại Bầu Bà



Dê tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Bà Trảng"

Nguồn: Trạm cấp nước Hoà Thành

TT	Năm	Ngày/tháng	Số ngày	Số đo mực nước (m)		Biên độ dao động mực nước (m)
				Min	Max	
1	2021	15/4 - 26/4	12	2,05	-	0,30
		14/10 - 08/12	56	-	2,35	0,15
2	2022	23/6 - 20/7	29	2,20	-	0,40
		01/01 - 08/01	08	-	2,35	0,40
3	2023	20/4 - 19/5	30	2,30	-	0,40
		11/10 - 06/11	27	-	2,70	0,40
4	2024	14/4 - 21/5	40	2,20	-	0,40
		01/01 - 08/01	08	-	2,60	0,40

Bảng 2.8. Diễn biến mực nước hồ qua các năm

Trong 4 năm giai đoạn (2021 – 2024) mực nước thấp nhất và cao nhất của Bầu Bà có khuynh hướng tăng; mực nước thấp nhất thường vào cuối mùa khô – đầu mùa mưa, sau đó tăng dần cho đến cuối năm. Điều đáng quan tâm là biên độ dao động mực nước cũng có xu hướng tăng, đạt 0,4 m từ năm 2023 (Bảng 2.6).

**Diễn biến mực nước giai đoạn (2021 – 2024)**

**2.2.11. Mực nước Bầu Bà**

Hình 2.46. Vị trí các điểm đo dòng chảy theo ống chảy tại khu vực sắt lò Bầu Bà



Bê tại: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sắt lò và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Bà Trảng"

Kết quả cho phép khẳng định rằng: Trong 14 năm (2001 – 2024) cao độ mặt nước Bầu Trảng vẫn đang có xu thế dâng cao, trung bình Bầu Ông tăng 0,43 m/năm; Bầu Bà tăng 0,37 m/năm. Đồng thời mức độ chênh cao giữa hai Bầu cũng có xu hướng gia tăng.

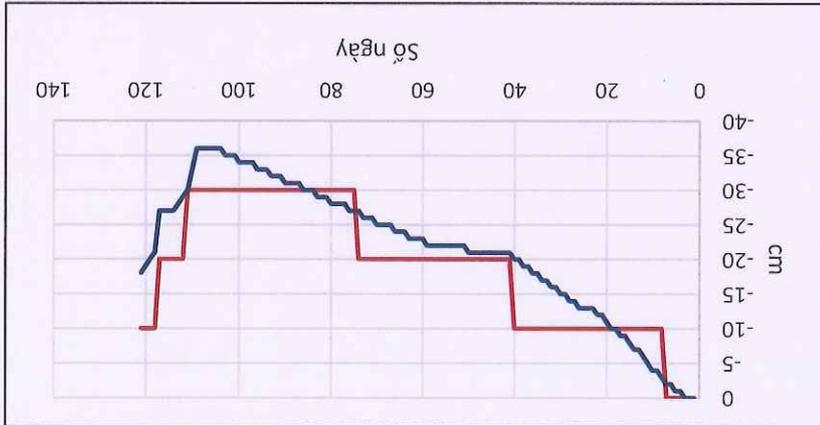
TT	Cao độ mặt nước (m)		Chênh cao mặt nước (m)	Dung tích (m <sup>3</sup> )	Nguồn tài liệu
	Bầu Ông	Bầu Bà			
1	32,67	29,37	3,30	2.626.300	Liên đoàn BĐC miền Nam (01/02/2001)
2	35,08	32,55	2,53	2.750.000	Viện KHTL miền Nam (30/01/2006)
3	35,18	32,69	2,48	-	Viện KHTL miền Nam (30/01/2007)
4	38,20	34,20	4,00	3.196.771	Trực tiếp đo của đề tài (27/01/2024)

Bảng 2.9. Bảng tổng hợp cao độ và dung tích nước Bầu Trảng

Cao độ mặt nước Bầu Trảng diễn biến theo thời gian trình bày trong Bảng 2.7.

2.2.12. Cao độ mặt nước và dung tích Bầu Trảng

Hình 2.47. Diễn biến mực nước Bầu Bà thời gian (01/02 – 31/5/2024)



Trong 05 tháng đầu năm từ 01/02 – 31/05/2024, kết quả đo trực tiếp của chúng tôi cho thấy diễn biến mực nước Bầu Bà gần như nhau so với số liệu Trám cấp nước Hoà Thảng, nhưng có độ phân giải cao hơn. Trên Hình 2.47 có thể thấy, từ ngày 01/02 đến 15h30 đến 19h00 ngày 19/05 mực nước hạ thấp 36 cm, trung bình 0,3 cm/ngày, thời gian hạ thấp tập trung từ 14 – 15h trong ngày. Tiếp đó mực nước hồ dâng cao trở lại đến 0h00 ngày 31/05 đạt đến 19 cm, trung bình 1,4 cm/ngày. Nguyên nhân nhân mực nước hồ dâng nhanh là do mưa từ ngày 17/05 trong khu vực Bầu Trảng.

Năm 2024

Hình 2.48. Lưu vực và luống phân thủy Bầu Trảng



- Luống phân thủy này đóng vai trò quan trọng trong việc điều tiết dòng chảy cho khu vực xung quanh.

Ông và Bầu Bà.

- Luống phân thủy lưu vực Bầu Trảng chảy dọc theo bờ và sát bờ trái của cả 2 Bầu Trảng

- Bề mặt địa hình khá gồ ghề, với nhiều đồi cát và thung lũng.

trong khi khu vực trung tâm có độ dốc cao hơn.  
 m. Độ dốc lòng chảo Bầu Trảng dao động từ 0 - 30 độ. Khu vực ven bờ có độ dốc thấp hơn, độ vánh miêng trên dưới 160 - 200 m; mặt nước 2 hồ tương ứng với cao độ khoảng 30 - 35  
 - Hình ảnh cho thấy khu vực xung quanh Bầu Trảng có hình dạng lòng chảo với cao thung lũng giữa các đồi cát.

- Nước từ các khu vực xung quanh chảy vào Bầu Trảng qua các khe suối nhỏ và  
 - Diện tích lưu vực tương đối rộng, bao gồm cả Bầu Ông và Bầu Bà.  
 đồi núi xung quanh.

- Hình 2.48 cho thấy rõ ràng lưu vực nước đổ vào Bầu Trảng được bao bọc bởi các  
 1) Lưu vực Bầu Trảng

**Phân tích lưu vực Bầu Trảng bằng DEM và ảnh viễn thám**

**2.2.13. Sự trao đổi nước của Bầu Trảng**

- Nước giữa Bầu Ông và Bầu Bà không có dòng chảy lưu thông trực tiếp với nhau, mà chỉ trao đổi nước qua hình thức thấm.
- Trong 14 năm (2001 - 2024) dung tích của Bầu Trảng gia tăng, trung bình Bầu Ông tăng gần 44.000 m<sup>3</sup>/năm; Bầu Bà tăng 140.000 m<sup>3</sup>/năm; dung tích Bầu Bà tăng nhanh hơn nhiều lần so với Bầu Ông.

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

**Các nguyên nhân gây sạt lở của Bầu Trảng (Hình 2.49):**

Có 3 nguyên nhân gây tiêu thoát nước của Bầu Trảng (Hình 2.49):

**1) Biến đổi khí hậu**

Theo số liệu khí hậu trung bình nhiều năm (52 năm) trong khu vực Bầu Trảng, các yếu tố khí hậu sau đây gây thất thoát nước:

- Lượng mưa giảm 0,02 mm/năm.
- Nhiệt độ tăng 0,02°C/năm.
- Bốc hơi vào mùa khô là khá cao, 238 mm.

**2) Sự thấm vào nền đất quanh khu vực hồ**

Do quanh hồ đa phần là cát do đó cần cân bằng lượng nước ngầm trong đất, cho nên nước hồ sẽ thấm vào các khu vực đồi cát xung quanh. Nguồn nước thấm ngầm qua Trảng Trong (bầu nằm nhỏ phía đông bắc của Bầu Bà), sau đó thấm qua các đùn cát ra phía biển, khi còn cách biển khoảng 600 m nước xuất lộ, tạo dòng suối ngọt đổ ra biển tại cửa Vũng Môn với lưu lượng diện biên từ 45 l/s đến 137 – 167 l/s tùy thuộc thời điểm quan trắc, với tổng lượng nước vào khoảng từ 3.542 m<sup>3</sup>/ngày đêm đến 11.837 m<sup>3</sup>/ngày đêm.

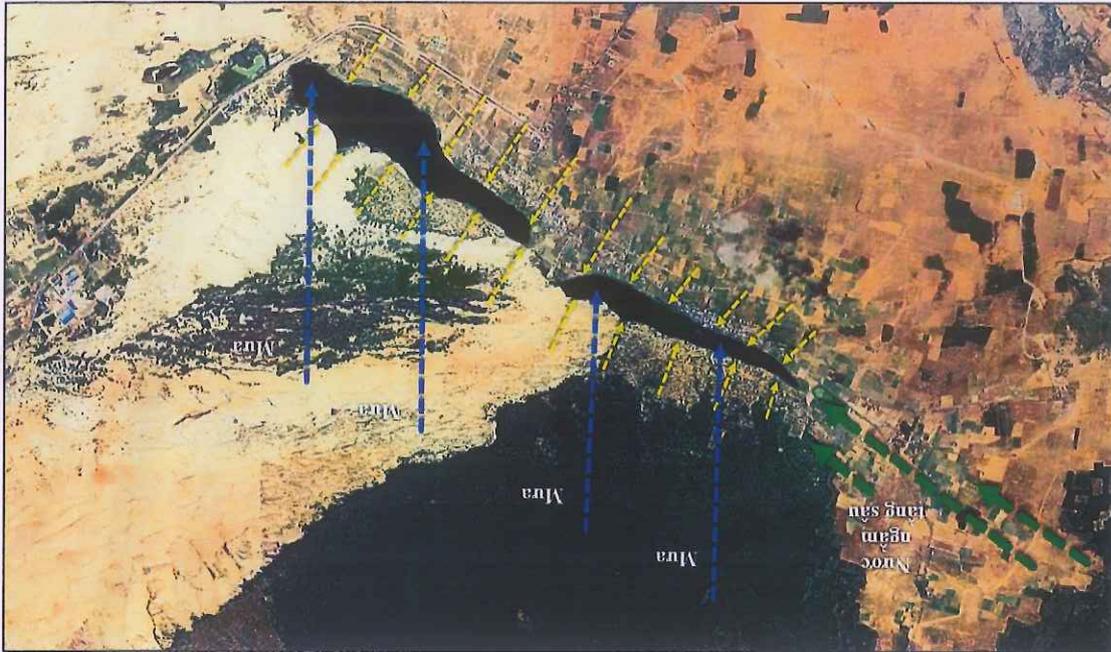
**3) Khai thác, sử dụng**

Sử dụng nước cho sinh hoạt và sản xuất nông nghiệp, đặc biệt là phục vụ cho cấp nước của Nhà máy Hòa Thành tại Bầu Bà với lưu lượng trung bình khoảng 1.000 m<sup>3</sup>/ngày đêm (Công ty cấp nước tỉnh Bình Thuận).



**Hình 2.49. Các yếu tố gây thất thoát nước Bầu Trảng**

Hình 2.50. Các nguồn cấp nước cho Bầu Trảng



Nguyên nước ngầm quan trọng nhất là nguồn nước ngầm tầng sâu, đây là lượng nước đảm bảo cho cân bằng nước của Bầu Trảng. Theo số liệu đo đạc thì cao trình đáy của cả Bầu Ông và Bầu Bà cao hơn rất nhiều so với cao độ mực nước biển, cho nên có thể thấy rằng Bầu Trảng như 2 túi nước dang treo trên không và liên tục bị thấm nước ra Vũng Mìn. Để có được cân bằng nước như hiện nay thì nguồn nước ngầm phải cấp là rất quan trọng đối với Bầu Trảng. Ngoài ra, nguồn cung cấp nước cho Bầu Trảng còn có một nguồn nước ngầm khác thuộc đời chứa nước khe nứt phân bố dọc theo Bầu Trảng theo hướng tây bắc – đông nam.

2) Nguồn nước ngầm

Nguyên nước mặt chính bổ cấp là nước mưa vào mùa mưa, cung cấp cho Bầu Trảng qua 2 hình thức gồm mưa trực tiếp trên diện tích bề mặt hồ và nước mưa chảy trên mặt đất xuống hồ qua khe và rãnh nước nhỏ quanh hồ. Lượng nước mưa là nguồn quan trọng để tăng mức nước hồ đảm bảo cân bằng nguồn nước khi mùa khô.

1) Nguồn nước mặt

Có 2 nguồn cung cấp nước cho Bầu Trảng (Hình 2.50):

Các nguồn cung cấp nước

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

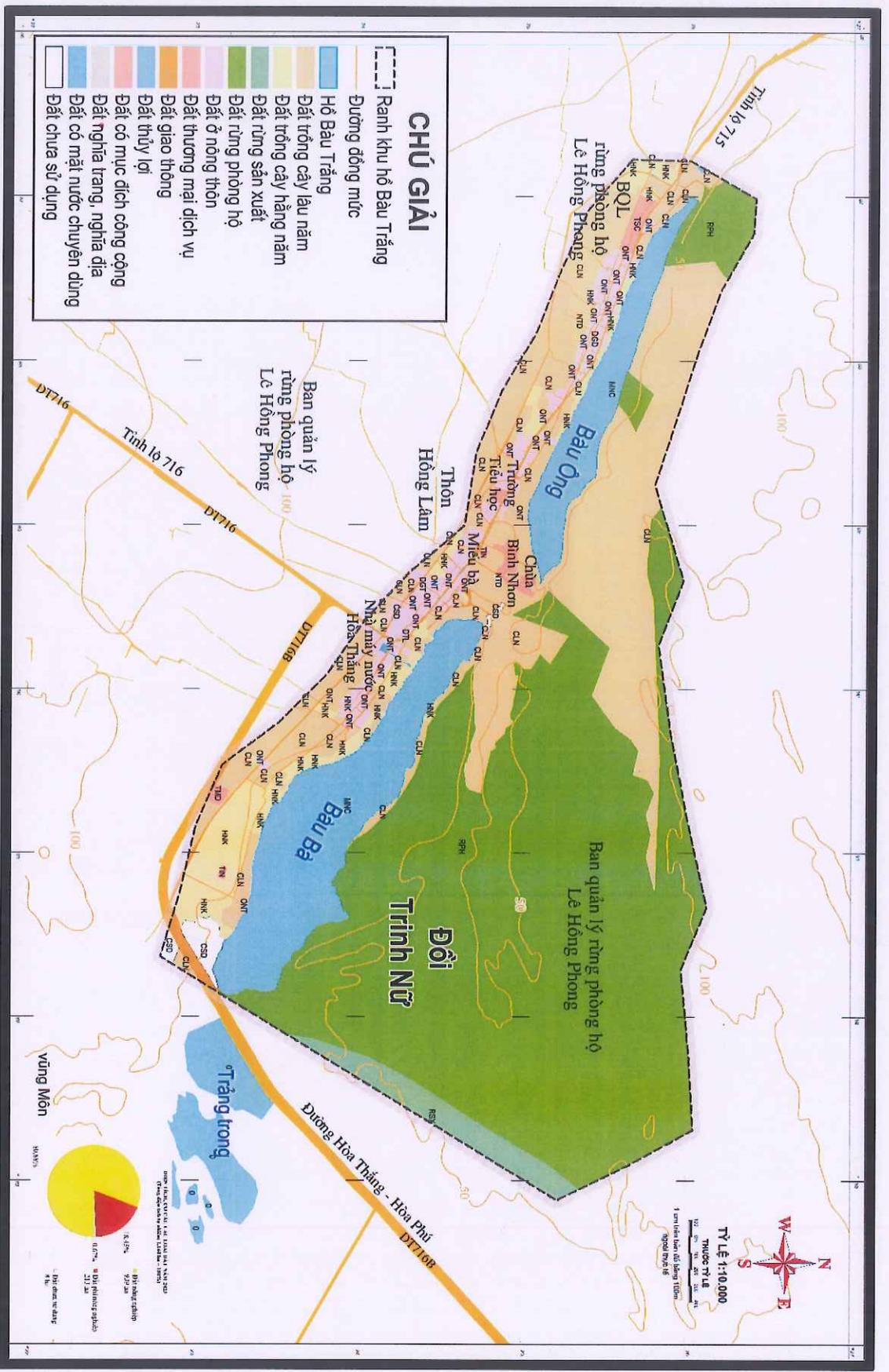
## 2.3. CÁC YẾU TỐ KINH TẾ - XÃ HỘI

### 2.3.1. Diễn biến sử dụng đất (2020 – 2023) khu vực Bầu Trảng

Từ bản đồ Hiện trạng sử dụng đất (HTSDĐ) 2020 (Hình 2.51) và số liệu thu thập, điều tra thực địa, đã phân tích, đánh giá về sự phân bố không gian của các loại hình sử dụng đất, cơ cấu các loại đất nông nghiệp, phi nông nghiệp và đất chưa sử dụng từ năm 2000 – 2023.

Kết quả cho thấy khu vực Bầu Trảng chỉ có sự tăng nhẹ ở nhóm đất nông nghiệp, từ 79,91% của năm 2020 lên 80,88% năm 2023, nhưng có sự giảm nhẹ ở nhóm đất phi nông nghiệp từ 19,43% xuống 18,45%. Riêng đất chưa sử dụng (CSD) không có biến động (Hình 2.52a). Trong khi đó, đất trồng cây lâu năm tăng 11,3 ha, chiếm tỉ lệ 0,97%. Cụ thể năm 2020 diện tích cây lâu năm 273,81 ha, chiếm 23,58%; năm 2023 tăng 285,11 ha, chiếm 24,55% tổng diện tích khu Bầu Trảng. Đối với đất sông suối và mặt nước chuyên dùng giảm 11,3 ha, chiếm tỉ lệ 0,97%. Cụ thể năm 2020 có diện tích là 159,49 ha, chiếm 13,73%; năm 2023 giảm xuống còn 148,18 ha, chiếm 12,76% tổng diện tích khu Bầu Trảng (Hình 2.52b). Số di cơ sự biến động diện tích giữa loại đất trong cây lâu năm và đất sông suối và mặt nước chuyên dùng là do từ mặt nước Bầu Trảng trước khi chuyển xuống đây hồ thường tạo các bậc chuyển tiếp khá phẳng và thoải dần về phía giữa lòng. Đối với Bầu Ong các bề mặt này rộng trung bình 30 – 50 m, độ sâu ngập nước từ 2 - 6 m, phần bờ chủ yếu phía bờ phải; đối với Bầu Bà rộng trung bình 50 – 60 m, độ sâu ngập nước từ 1,5 – 4,0 m, phần bờ đều ở 2 bên bờ hồ. Ở đây chính là các bãi tích tụ cát tràn từ phía trên xuống và trở thành nơi canh tác ven lòng hồ của người dân.

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trắng"



Hình 2.51. Bản đồ HTSDD năm 2020 khu vực Bầu Trắng (thu từ tỉ lệ 1:10.000)

Lưu lượng khách du lịch gia tăng tạo ra áp lực cơ học lên đất bờ hồ. Các hoạt động đi bộ, chạy nhảy, đặc biệt ở các khu vực không được quản lý tốt. Hoạt động du lịch, đặc biệt là cưỡi xe địa hình và tham quan đồi cát, gây ra sự phá hủy cấu trúc bờ hồ, dẫn đến hiện

1) Áp lực cơ học từ di chuyển

Tăng số lượng khách du lịch

Hoạt động du lịch có thể tác động dẫn đến sụt lở bờ hồ qua các yếu tố sau:

2.3.2. Tác động của hoạt động du lịch đến sụt lở bờ Bầu Trảng

Hình 2.53 Hiện trạng sử dụng đất vị trí khảo sát BB14



bờ hồ (Hình 2.53).

ở khu vực ven bờ hồ, trên đó trồng các loại cây dài ngày xen ngắn ngày từ đó hạn chế sụt lở

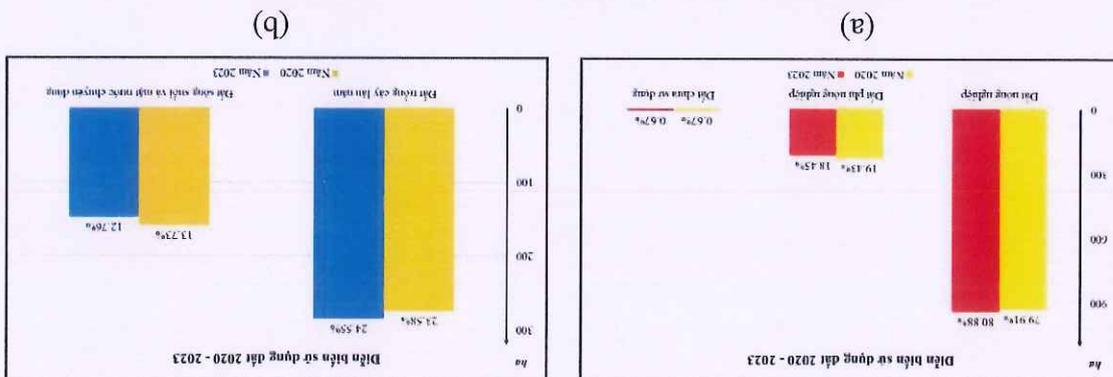
- Người dân hạ cao độ địa hình, san phẳng bề mặt canh tác làm giảm độ dốc tự nhiên

Bầu Bà nói riêng có diện tích và quy mô không lớn, chỉ khoảng 11,3 ha, chiếm 0,97 % tổng diện tích khu Bầu Trảng.

- Sự thay đổi loại hình sử dụng đất trong khu vực Bầu Trảng nơi chung, Bầu Ông và khu vực Bầu Trảng ảnh hưởng không đáng kể đến sụt lở bờ Bầu Trảng, điều đó là do:

Đánh giá ảnh hưởng của thay đổi sử dụng đất với sụt lở bờ Bầu Trảng

Hình 2.52. Diện biến đất 2020 – 2023 khu Bầu Trảng



Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sụt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

Theo thông kê từ năm 2011 đến tháng 6/2024, số lượng du khách trong và ngoài nước gia tăng từng năm, ngoài từ 2 năm 2020 và 2021, trong đó lượng khách quốc tế chiếm đến 45% (Bảng 2.8). Du khách đến với hàng cảnh Bàu Tràng chủ yếu tham gia cưỡi xe địa hình trên đồi cát và tham quan, chụp ảnh (Hình 2.54a,b). Loại hình chèo thuyền và cắm trại, tổ chức sự kiện ngoài trời chưa được tổ chức thường kỳ.

- Chạy xe địa hình trên đồi cát.
- Chèo thuyền trên Bàu Ông và Bàu Bà.
- Tham quan và chụp ảnh tại đồi cát.
- Cắm trại và tổ chức sự kiện ngoài trời.

Hiện nay các hoạt động du lịch chính tại Bàu Tràng bao gồm:

### ***Danh giá tác động của hoạt động du lịch lên sắt lở bờ Bàu Tràng***

Thiệt hại các biện pháp kiểm soát xói mòn và sắt lở như trồng cây bảo vệ hay ứng dụng các kỹ thuật công nghệ hiện đại chống xói mòn và sắt lở.

#### ***2) Thiệu các biện pháp kiểm soát xói mòn và sắt lở***

Quan lý kém chất sẽ dẫn đến ô nhiễm nước và thay đổi chất lượng đất. Các chất thải không được xử lý đúng cách có thể gây ra nhiều tác động đến môi trường, đặc biệt là hiện tượng phú dưỡng (eutrophication) làm suy giảm chất lượng nước và ảnh hưởng đến cấu trúc đất.

#### ***1) Quan lý chất thải***

#### ***Quan lý kém và bảo vệ không hiện qua***

Phát triển cơ sở hạ tầng du lịch thường dẫn đến việc loại bỏ thảm thực vật tự nhiên. Khi thảm thực vật bị loại bỏ, đất trở nên dễ bị xói mòn, làm tăng nguy cơ sắt lở bờ hồ.

#### ***2) Loại bỏ thảm thực vật tự nhiên***

Việc xây dựng các công trình như đường và bãi đỗ xe gần bờ hồ có thể thay đổi dòng chảy mặt, đặc biệt việc san phẳng và làm cứng mặt băng trong khu vực này làm giảm khả năng thấm nước, tăng nguy cơ sắt lở.

#### ***1) Xây dựng đường và khu vực đỗ xe***

#### ***Phát triển cơ sở hạ tầng du lịch***

Các hoạt động chèo thuyền có thể tạo ra sóng và dòng chảy mạnh tác động trực tiếp lên bờ hồ.

#### ***2) Hoạt động trên hồ***

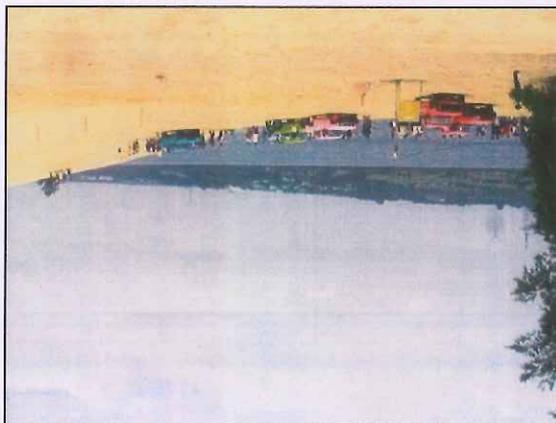
tương sắt lở. Áp lực từ lượng lớn du khách và phương tiện đi lại làm tăng nguy cơ sắt lở, ảnh hưởng đến sự ổn định của bờ hồ.

+ Còn lại các loại hình hoạt động du lịch khác chưa vượt qua giới hạn cho phép, gồm:  
 + Rung động do di chuyển của các loại xe địa hình và các hoạt tại cơ khả năng gây sát lở bờ Bầu Trảng, nhất là Bầu Bà.  
 Các hoạt động du lịch hiện nay trong Khu du lịch Bầu Trảng cho thấy:

**Hình 2.54b.** Du khách nước ngoài ngắm cảnh ven Bầu Bà (sắt lỏ)



**Hình 2.54a.** Hoạt động xe bán tải ven Bầu Bà (sắt lỏ)



Nguồn: Ban QLKDL Bầu Trảng

TT	Năm	Tổng lượng khách	Trong nước (%)	Quốc tế (%)
1	2011	95.000	60	40
2	2012	97.000	60	40
3	2013	110.000	55	45
4	2014	123.000	55	45
5	2015	130.000	70	30
6	2016	145.000	70	30
7	2017	165.000	70	30
8	2018	185.000	70	30
9	2019	183.000	80	20
10	2020	42.171	98	2
11	2021	105.400	98	2
12	2022	169.000	95	5
13	2023	316.291	95	5
14	Tháng 6/2024	161.323	85	15

**Bảng 2.10.** Số lượng du khách qua các năm (2011 – 2024)

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sát lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

Hình 2.55a. Tham thực vật ngập nước ven bờ Bầu Bả



Hình 2.55b. Trồng cây chống xói mòn do gió trên đồi cát khu vực Bầu Bả



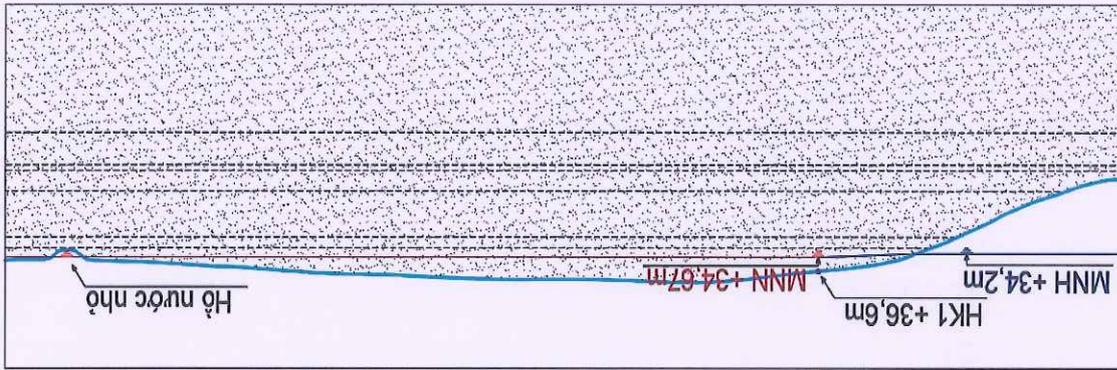
- Việc đưa xe địa hình và đua thuyền trên Bầu Bả không được tổ chức thường xuyên.
- Cơ sở hạ tầng phục vụ du lịch như đường sá và bãi đỗ xe còn kém phát triển.
- Quản lý chất thải được kiểm soát khá tốt đối với số lượng khách du lịch hiện nay.
- Bao vệ khá tốt tham thực vật (Hình 2.55a,b).

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ kè khu vực hồ Bầu Bả Trảng"

Hoạt tải được xác định từ trọng lượng của xe và trọng lượng người tham quan quy đổi ra theo TCVN 2737-2023. Trong khu du lịch, xe bán tải có trọng lượng 2,0 - 2,5 tấn và các loại xe địa hình có kích thước nhỏ hơn được phép hoạt động. Vị trí xe và người tham quan có thể đến là cách bờ hồ khoảng 3 m.

**Hoạt tải do xe và người**

**Hình 3.1.** Cao trình mực nước hồ, mực nước ngầm và hồ khoan HK1 tại tuyến L4 Bàu Bà



- Mực nước hồ đo đặc được vào tháng 01/2024 là 34,2 m.
- Mực nước ngầm đo được vào cuối tháng 5/2024 tại hồ khoan HK1 là 1,93 m với cao độ hồ khoan 36,6 m.
- Mực nước hồ chênh nhau gần 1 m giữa mực nước lớn nhất và mực nước thấp nhất.
- Để xem xét ảnh hưởng của mực nước hồ đến ổn định cung trượt, các kích bản về mực nước hồ được đưa ra. Mực nước thay đổi theo kích bản mùa mưa và mùa khô với giá thiết mực nước thay đổi lên xuống quanh cao trình 34,2 m đo được, gồm: +32 m; +33 m, +34,2 m; và +36 m (Hình 3.1).

**Cao trình mực nước Bàu Bà**

Kết quả thí nghiệm thăm tại hồ khoan HK1.

**Thăm thăm**

**3.1.1. Các dữ liệu sử dụng trong mô hình**

**3.1. MÔ HÌNH GEOSTUDIO**

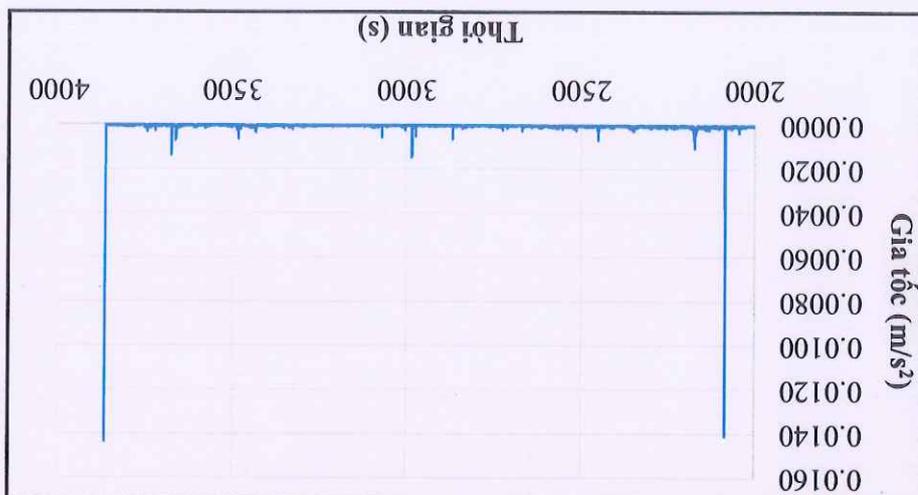
**CÁC YẾU TỐ VÀ NGUYÊN NHÂN GÂY SẬT LỘ - KHOANH VÙNG NGUY CƠ SẬT LỘ BỜ KHU VỰC BÀU TRĂNG**

**Chương 3**

Các mặt cắt tính toán gồm: 4 mặt cắt thuộc phạm vi Bầu Ông (MC5, MC6, MC7, và MC9) và 5 mặt cắt thuộc phạm vi Bầu Bà (các tuyến L1, L4, L8, và MC2, MC4). Trong đó các tuyến L1, L4 và L8 cắt qua khu vực sắt lỏ (Hình 3.3 và Hình 3.4).

**Vị trí tính toán**

**Hình 3.2.** Gia tốc rung động được sử dụng để tính toán



Theo kết quả khảo sát thì rung động có gia tốc lớn nhất là  $14,4 \text{ mm/s}^2$ , tương ứng với  $0,00147g$ , đo được vào ngày 25/02/2024. Trong phần tính toán ổn định cũng như sẽ xét đến hệ số rung động theo phương pháp gia tốc lớn nhất đo được. Tương tự hoạt tải, hệ số 2,0 được sử dụng để phân tích ổn định cũng như trên cho mặt cắt ổn định thấp. Ngoài ra, trong phần phân tích động, để tiết kiệm thời gian tính toán, phần sau của gia tốc tính toán sẽ được lấy để chạy mô hình động, do giá trị gia tốc lớn nhất đo được từ giây thứ 2000 (Hình 3.2).

**Rung động do xe chạy**

Trong tính toán lấy giá trị tính toán là  $q = 10 \text{ kN/m}^2$ , có độ dư 10% so với giá trị tối thiểu kê trên (Bảng 3.1). Trong tính toán sẽ giả định có đoàn xe đầu gây sắt lỏ kéo dài từ phạm vi cách bờ hồ từ 3 – 9 m. Để xét đến trường hợp bất lợi nhất cho tuyến có độ ổn định thấp, hệ số 2,0 sẽ được bổ sung thêm trong trường hợp có nhiều đoàn xe và người tham quan đến sát bờ hồ.

Loại tải trọng	Gia trị q (kN/m <sup>2</sup> )
Người	≥ 4,0
Xe có trọng lượng không lớn hơn 30kN	≥ 5,0
Tổ hợp	≥ 9,0

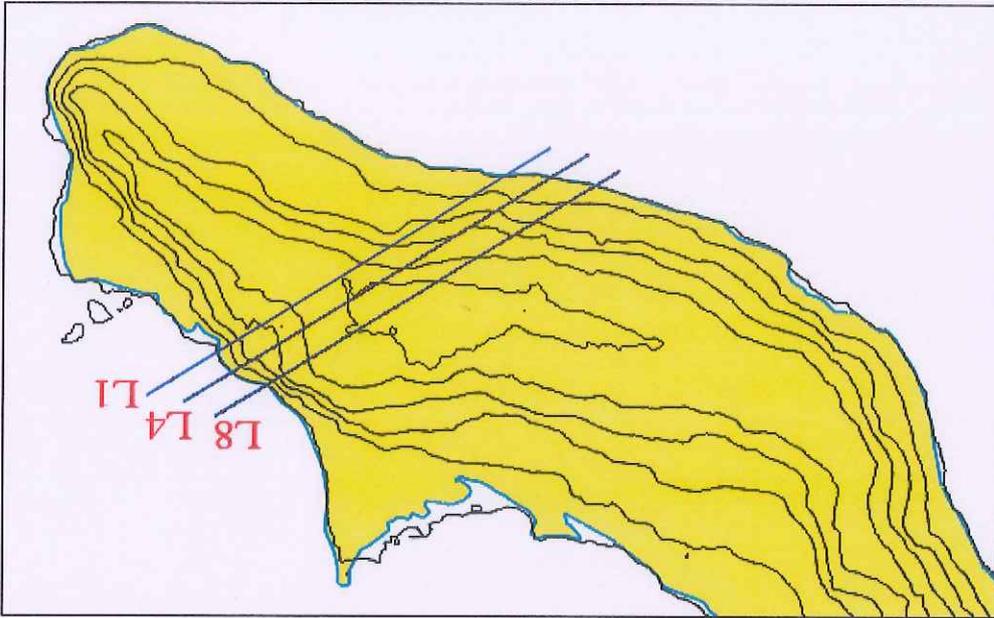
**Bảng 3.1.** Giá trị hoạt tải quy đổi

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sắt lỏ và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

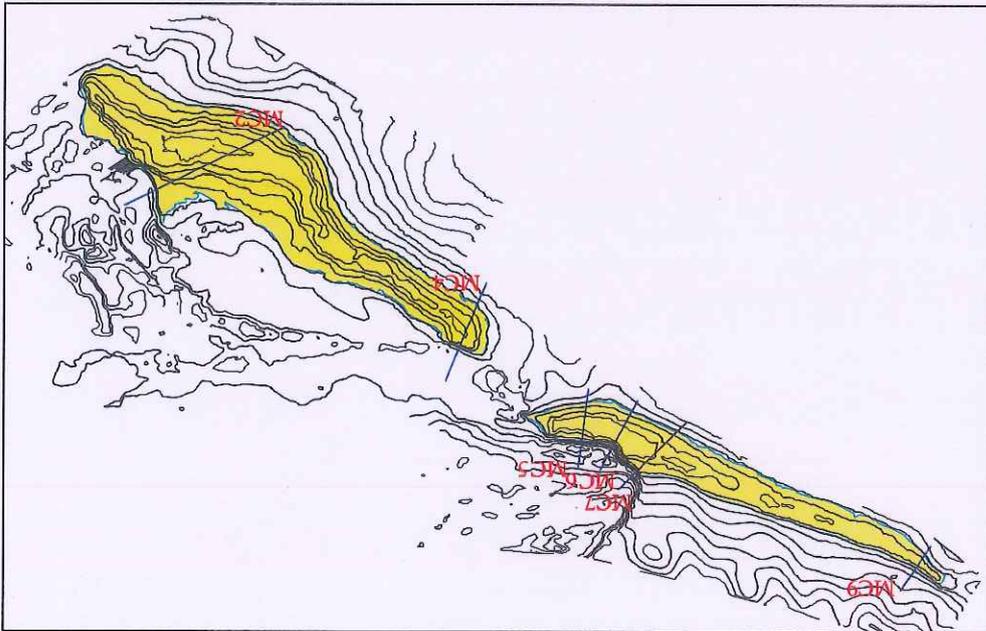
Chín (9) mặt cắt được tính toán phân tích thông qua các module trong phần mềm Geostudio với các kích bản thay đổi mức nước hồ, xét đến rung chấn và hoạt tải như Bảng 3.3. Các tuyến L1, L4, và L8 là các tuyến mặt cắt điển hình đi ngang qua khu vực bị sạt lở nên được chọn để tính toán thêm phần tải trọng xe và người tham quan ra sát hồ. Trong mỗi mặt cắt tiến hành: 1) Phân tích cung trượt; 2) Phân tích thấm; 3) Phân tích ứng suất; và 4) Phân tích tải trọng động.

**Nội dung tính toán**

**Hình 3.4.** Vị trí tuyến L1, L4 và L8 thuộc phạm vi sạt lở tại Bàu Bà



**Hình 3.3.** Các mặt cắt thuộc phạm vi Bàu Tràng



Dề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Tràng"

Mặt cắt MC6 có hệ số an toàn trượt thấp và cũng trượt xảy ra tại vị trí có địa hình cao và dốc, nằm hoàn toàn phía trên mực nước hồ. Ngoài ra, cũng trượt khá nông và song song với mặt đất. Rung động do xe chạy có ảnh hưởng khá lớn đến ổn định tại mặt cắt này. Hệ số an toàn giảm đến khoảng 25% khi có xét đến rung động (Bảng 3.4). Vì vậy nguy cơ sạt lở tại vị trí này là khá cao.

2) Mặt cắt MC6

STT	Mức nước (m)	Rung chấn	FS
1	36,0	-	0,833
2	36,0	X	0,716
3	38,6	-	0,833
4	38,6	X	0,716
5	40,0	-	0,833
6	40,0	X	0,716

Bảng 3.3. Kết quả tính toán tại mặt cắt MC5

Tại mặt cắt MC5 hệ số an toàn trượt FS thấp, cũng trượt xảy ra tại vị trí có địa hình cao và dốc, nằm hoàn toàn phía trên mực nước hồ. Ảnh hưởng rung động do xe chạy tại khu vực này là khá lớn, hệ số an toàn giảm khoảng 15%. Vì vậy, nguy cơ sạt lở tại vị trí này là khá cao (Bảng 3.3).

1) Mặt cắt MC5

Bầu Ong

Kết quả thực hiện mô hình trong toàn bộ 9 mặt cắt chứng tỏ ứng suất - biến dạng do hoạt tải của người và xe cũng như rung động bởi xe chạy ảnh hưởng không đáng kể. Cho nên ở đây chỉ trình bày kết quả phân tích cũng trượt và phân tích thấm.

3.1.2. Đánh giá nguy cơ sạt lở bờ Bầu Trảng trên các mặt cắt

STT	Mặt cắt	SLOPE /W	SIGMA /W	SEEP /W	QUAKE /W	Thay đổi mực nước	Rung chấn	Hoạt tải
1	L4	X	X	X	X	X	X	X
2	L8	X	X	X	X	X	X	X
3	L1	X	X	X	X	X	X	X
4	MC2	X	X	X	X	X	X	-
5	MC4	X	X	X	X	X	X	-
6	MC5	X	X	X	X	X	X	-
7	MC6	X	X	X	X	X	X	-
8	MC7	X	X	X	X	X	X	-
9	MC9	X	X	X	X	X	X	-

Bảng 3.2. Các mặt cắt tính toán và nội dung tính toán

STT	Mức nước (m)	Rung chắn	FS
1	36,0	-	1,871
2		x	1,428
3	38,6	-	1,842
4		x	1,360
5	40,0	-	2,198
6		x	1,468

Bảng 3.6. Kết quả tính toán cho MC9

Hệ số an toàn FS sắt trượt cho mặt cắt MC9 khá lớn. Tải mặt cắt này có độ dốc thoải, phạm vi cung trượt khá nông và phẳng so với mặt đất. Tuy nhiên rung chắn lại gây ra ảnh hưởng khá lớn cho ổn định tại mặt cắt này mặc dù hệ số an toàn sắt trượt vẫn khá cao (Bảng 3.6).

## 4) Mặt cắt MC9

STT	Mức nước (m)	Rung chắn	FS
1	36,0	-	0,878
2		x	0,758
3	38,6	-	0,861
4		x	0,738
5	40,0	-	0,840
6		x	0,707

Bảng 3.5. Kết quả tính toán tải mặt cắt MC7

Mặt cắt MC7 có hệ số an toàn trượt FS thấp và cung trượt xảy ra tại vị trí có địa hình cao và dốc, nằm hoàn toàn phía trên mức nước hồ. Tương tự MC6, khối trượt khá nông và phẳng, song song với mặt đất. Rung động có ảnh hưởng đáng kể đến ổn định cho mặt cắt MC7 này với hệ số an toàn giảm đến khoảng 15%. Vì vậy nguy cơ sạt lở tại vị trí này là khá cao (Bảng 3.5).

## 3) Mặt cắt MC7

STT	Mức nước (m)	Rung chắn	FS
1	36,0	-	1,173
2		x	0,991
3	38,6	-	1,162
4		x	0,942
5	40,0	-	1,108
6		x	0,917

Bảng 3.4. Kết quả tính toán tải mặt cắt MC6

Bảng 3.8 cho thấy rằng rung chấn với gia tốc khảo sát được ở mức trên có ảnh hưởng rất nhỏ đến ổn định mái dốc của đồi cát với sai khác tương đối khá nhỏ (<5%) so với trường hợp không xét đến rung chấn. Có thể thấy cao trình mức nước hồ giả định có ảnh hưởng lớn đến ổn định mái dốc. Khi mức nước hồ càng thấp thì hệ số an toàn trượt càng nhỏ.

Bên kích bản về mức nước Bầu Bà được xét đến, rung chấn do xe địa hình chạy cũng được xét đến với gia tốc lớn nhất được thể hiện ở mức trước. Kết quả cho thấy hệ số an toàn

• Phân tích chung trượt  
2) Mất cát tuyến L4

Do mức nước ngầm cao hơn mức nước hồ, nên sẽ xuất hiện dòng thấm ngược về phía hồ và gây ra mất ổn định mái dốc. Với tuyến L1, hệ số an toàn FS xét đến ảnh hưởng của thấm giảm đến 15% với mức nước hồ hạ thấp 32 m và 33 m. Với cao trình mức nước hồ từ 34,2 m đến 36 m thì hệ số an toàn không thay đổi do cung trượt xuất phát từ phía dưới mức nước hồ.

• Phân tích thấm

STT	Mức nước (m)	Tính thấm	Không xét rung chấn	Rung chấn	Không xét rung chấn	Rung chấn
1	32,0	-	1,733	1,720	1,526	1,518
2	32,0	x	1,754	1,744	1,492	1,486
3	33,0	-	1,855	1,838	1,720	1,692
4	33,0	x	1,778	1,762	1,633	1,619
5	34,2	-	1,965	1,946	1,965	1,946
6	34,2	x	1,914	1,895	1,914	1,895
7	36,0	-	1,965	1,946	1,965	1,946
8	36,0	x	1,924	1,905	1,924	1,905

Bảng 3.7. Kết quả tính toán tuyến L1

Mất cát tuyến L1 đi qua phía nam khối sắt lò bờ Bầu Bà. Kết quả tính toán cho thấy hệ số an toàn FS sắt trượt hiện tại là khá lớn đối với mất cát này. Bảng 3.7 cho thấy rung động có ảnh hưởng rất nhỏ đến ổn định mái dốc của đồi cát với sai khác tương đối khá nhỏ so với trường hợp không xét đến rung chấn. Trong khi đó cao trình mức nước hồ có ảnh hưởng khá lớn đến ổn định mái dốc. Khi mức nước hồ càng thấp thì hệ số an toàn trượt càng nhỏ.

• Phân tích chung trượt  
1) Mất cát tuyến L1

Bầu Bà

Cần lưu ý là theo TCVN 8216:2018 Công trình thủy lợi-Thiết kế đập đầm nén, các giá trị này nhỏ hơn so với hệ số an toàn thiết kế cho đề đất với cấp công trình là cấp IV, (hệ số an toàn là 1,20) với tổ hợp tải trọng cơ bản hoặc 1,10 với tổ hợp tải trọng đặc biệt (đồng đất). Vì vậy nguy cơ sạt lở tại mặt cắt tuyến L8 là rất cao.

Từ Bảng 3.9 có thể thấy nếu xét đến tính thấm thì hệ số an toàn nhỏ, có các giá trị 1,069 và 1,062 khi không xét và có xét đến rung chấn do xe địa hình. Từ đó có thể cho rằng sự chênh lệch mức nước hồ và nước ngầm phía trong ảnh hưởng đến ổn định mái dốc của bờ Bầu Bà.

Từ Bảng 3.9 có thể thấy nếu xét đến tính thấm thì hệ số an toàn nhỏ, có các giá trị 4 m, rộng khoảng 35 m. Cung trượt kéo dài từ cao độ 36,5 m xuống 20,5 m.

Có gia tốc khoảng 14,4 mm/s<sup>2</sup>, khi đó hệ số an toàn FS = 1,106, khi trượt có độ sâu khoảng 30 m. Trong một số điều kiện bất lợi, chẳng hạn mức nước hạ thấp, rung động khá nhỏ và chịu sự ảnh hưởng của thay đổi mức nước hồ. Mức nước hồ càng thấp thì nguy cơ sạt lở càng cao. Với tuyến L8, hệ số an toàn trượt FS là đại diện cho mặt cắt tuyến L4 trước khi sạt lở xảy ra.

Mặt cắt tuyến L8 là mặt cắt đi qua rìa phía bắc khu vực sạt lở. Mặt cắt này có thể coi là đại diện cho mặt cắt tuyến L4 trước khi sạt lở xảy ra. Với tuyến L8, hệ số an toàn trượt FS là đại diện cho mặt cắt tuyến L4 trước khi sạt lở xảy ra.

- Phân tích chung trượt
- 3) Mặt cắt tuyến L8

FS giảm đi khoảng 5%.

Tại khu vực Bầu Bà, mức nước hồ đo được là 34,2 m trong khi cao trình mức nước ngầm là 34,67 m. Do mức nước ngầm phía trong bờ hồ cao hơn mức nước hồ, nên có hiện tượng dòng thấm ngược lại phía hồ. Phân tích ổn định có xét đến thấm, hệ số an toàn FS giảm đi khoảng 5%.

- Phân tích thấm

STT	Mức nước	Tính thấm	Không xét rung chấn	Rung chấn	Không xét rung chấn	Rung chấn
1	32,0	-	1,479	1,470	1,319	1,313
2	32,0	x	1,462	1,453	1,318	1,312
3	33,0	-	1,529	1,519	1,363	1,357
4	33,0	x	1,452	1,441	1,361	1,353
5	34,2	-	1,677	1,600	1,537	1,536
6	34,2	x	1,562	1,549	1,489	1,477
7	36,0	-	1,677	1,612	1,677	1,612
8	36,0	x	1,650	1,637	1,650	1,637

Bảng 3.8. Hệ số an toàn FS tuyến L4

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Bà Trưng"



Trong phạm vi diện tích 0,48 ha của khu vực sắt lò Bầu Bà, chỉ trong thời gian 2 tháng (25/01/2024 – 25/03/2024) cao độ địa hình nơi đây có xu hướng giảm đi hơn 0,5 m. Điều đó một mặt là do hiện diện số lượng khá lớn và thường xuyên xe địa hình các loại và du khách khiến cho nền đất cát nên dễ, không có đủ điều kiện để cát bay bồi tụ trên phạm vi diện tích này; mặt khác do quá trình lún sụt đang diễn ra một cách từ từ.

Cao độ địa hình trong khu đồi Trinh Nữ thay đổi trong khoảng 30 – 83 m, nghiêng thoải dần từ đông bắc xuống tây nam. Nơi cao nhất là nhũnng đồi cát vàng và trắng nằm phía đông bắc với cao trình từ 50 - 83 m, thấp nhất là khu vực Bầu Bà với cao độ chỉ 30 m. Đặc điểm địa hình như vậy tạo điều kiện thuận lợi cho cơ chế cát bay xây ra để bồi tụ trong phạm vi khu vực sắt lò Bầu Bà (Hình 3.5).

**3.2.2. Yêu tố địa hình**

Nhiệt độ trung bình nhiều năm 27,1°C với mức tăng trung bình 0,02°C/năm. Tháng nóng nhất thường tập trung vào từ tháng 5 đến 8 (35,4°C – 37,6°C). Lượng mưa trung bình nhiều năm 772 mm với mức giảm trung bình 0,02 mm/năm. Mưa khô bắt đầu từ tháng 12 đến tháng 5 năm sau với lượng mưa trung bình 143 mm.

Các biến đổi khí hậu khi nhiệt độ tăng và lượng mưa giảm khiến cho lớp cát mặt khu vực sắt lò bốc hơi mạnh hơn, độ rỗng tăng; độ bão hoà nước và lực kết dính giảm, cũng như làm hạ thấp mực nước Bầu Bà, đặc biệt vào thời gian cuối tháng 4, đầu tháng 5 hàng năm. Ngoài ra, trong thời gian này gió mùa đông bắc (từ tháng 11 - tháng 4) bắt đầu chuyển sang gió mùa tây nam cũng là thời kỳ bắt đầu mùa mưa (từ tháng 5 - tháng 10), sẽ tạo sóng mặt nước hồ tác động vào bờ hồ khu vực sắt lò.

**3.2.1. Yêu tố khí hậu**

Các kết quả nghiên cứu ở các phần trên cho phép chúng tôi nhận định các yêu tố chủ yếu dẫn đến hiện tượng sắt lò Bầu Bà ngày 03/5/2023 như sau:

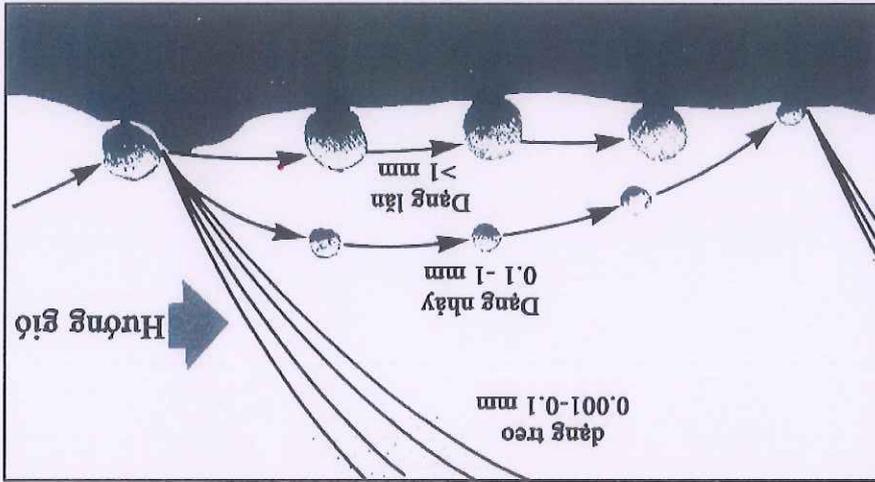
**3.2. CÁC YẾU TỐ VÀ CƠ CHẾ - NGUYÊN NHÂN SẮT LÒ BẦU BÀ**

STT	Mức nước (m)	Rung chấn	FS
1	32,0	-	1,141
2	32,0	x	1,136
3	34,2	-	1,166
4		x	1,161
5	36,0	-	1,259
6		x	1,251

**Bảng 3.11. Kết quả tính toán tại mặt cắt MCA**

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Bà Trảng"

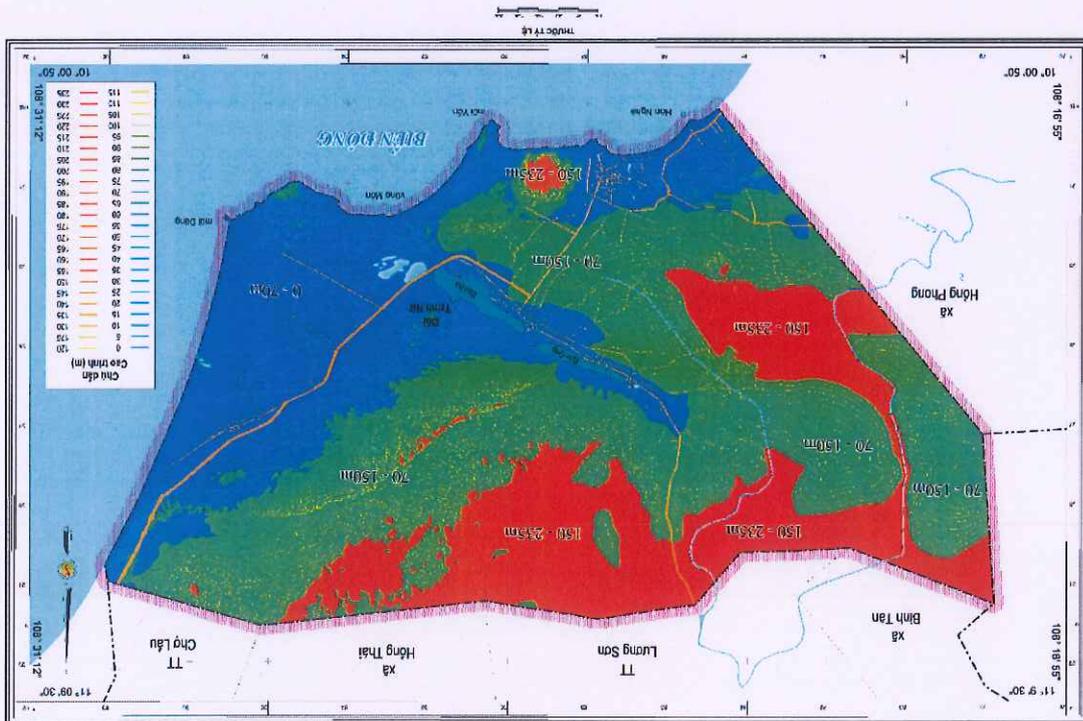
Hình 3.6. Các dạng chuyển động của hạt cát theo hướng gió



Theo cơ chế dịch chuyển của cát bay, chỉ có thành phần cát hạt mịn đến được khu vực sát lờ, một phần được giữ lại trên bờ và phần còn lại sẽ bồi tụ bờ và rơi xuống mặt hồ. Tháng 3/2024 các quan trắc trên đồi cát ven bờ Bàu Bả cho thấy, với tốc độ gió mùa đông bắc từ 8 – 10 m/s, giật 12 m/s, trong 1 giờ cát bồi tụ dày 1 cm/m<sup>2</sup>. Theo kết quả khảo sát, quan trắc cát bay trước đây (Nguyễn Văn Lan, 2008) cho thấy cát xâm nhập Bàu Bả là 2.571 m<sup>3</sup>/năm (Hình 3.6). Đường bờ Bàu Bả có xu hướng di chuyển về phía tây nam, là kết quả của quá trình bồi tụ (cát tràn). Đường bờ phía bắc bồi tụ nhanh hơn, khoảng 50 m (trung bình 3 m/năm) gặp 5 lần phía nam, khoảng 10 m, ngoài trừ phần sát lờ, (trung bình 0,6 m/năm).

3.2.3. Yêu tố trầm tích

Hình 3.5. Bản đồ các bậc địa hình vùng nghiên cứu (thu từ tỉ lệ 1:10.000)

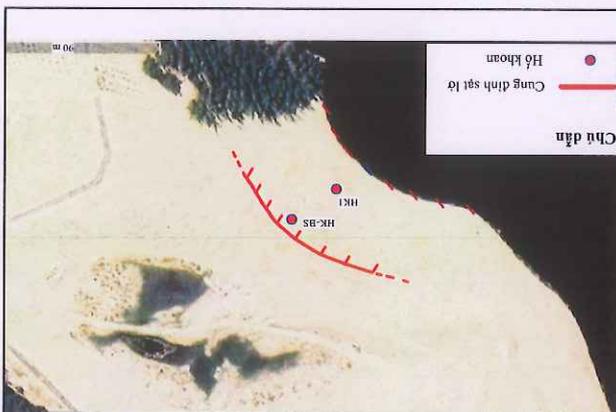


Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lờ và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Trảng"

Theo tài liệu ban đầu Nam ky thuộc Pháp tỉ lệ 1:400.000, năm 1901 Bàu Bả có diện tích lớn hơn gần 30 ha hiện nay, dạng hình cung, nửa phần đầu hồ theo hướng tây bắc, và nửa phần sau về phía đông bắc. Theo tài liệu bản đồ gần nhất (năm 1965), Bàu Bả có hình dạng gần giống như hiện nay. Khu vực sát bờ Bàu Bả nằm hoàn toàn trong phạm vi diện tích giao nhau của hai phần nửa sau Bàu Bả (Hình 3.9). Như vậy trong vòng thời gian 65 năm (1901 – 1965), nửa phần sau Bàu Bả đã chuyển hướng từ đông bắc xuống tây nam như hiện nay. Luồng phân thủy lưu vực Bàu Bả Trảng chày dọc theo và bằm sát bờ trái, ngoài ra có một số luồng phân thủy ngang tập trung vào khu vực sát bờ Bàu Bả (Hình 2.49). Trong vòng 24 năm (2001 – 2024) cao độ mặt nước Bàu Bả tăng 0,37 m/năm. Điều đó cho thấy trong những năm địa hình đáy Bàu Bả Trảng chày đã được nâng cao do cát bay bồi tụ. Kết quả là diện tích và chu vi Bàu Bả đều có xu hướng tăng và hiện nay dung tích Bàu Bả do được hơn 11 triệu m<sup>3</sup>. Tốc độ dòng chảy trong Bàu Bả rất nhỏ, chỉ đạt 0,003 – 0,008 m/s, hướng dòng chảy phần bờ ngoài hiện không có quy luật. Do đó có thể coi khối nước Bàu Bả chuyển động như một toàn bộ với khối lượng lớn theo hướng lòng dẫn áp sát và “thúc đẩy” vào bờ hồ khu vực sát bờ, ở đó có độ sâu lớn nhất (8 – 10 m) và độ dốc cao nhất (13° – 46°) (Hình 3.10 và Hình 3.11).

3.2.5. Yêu tố thủy văn

Hình 3.7. Vòng cung đỉnh khối sắt lờ tiềm ẩn khu vực sát bờ Bàu Bả



Hình 3.8. Mẫu thân cây ở độ sâu 13,8 – 14,5 m của hố khoan HK1



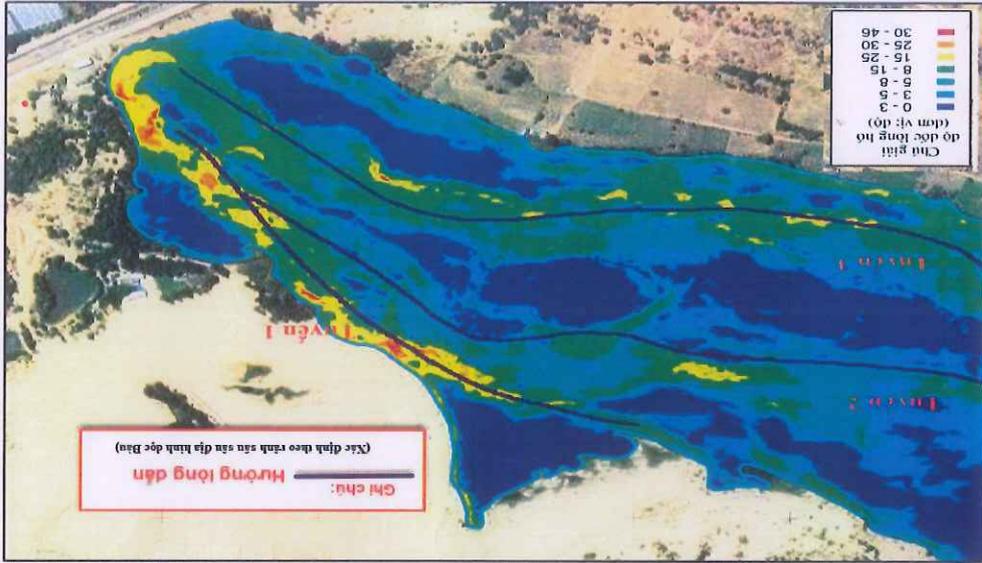
Tổng hợp kết quả đo địa vật lý ảnh điện, GPR và khoan BCCCT chứng tỏ tồn tại một đới bão hòa nước từ bờ Bàu Bả vào trong dài trung bình 45 m về phía đông bắc, ở độ sâu từ 20 - 30 m. Đới bão hòa nước này tiếp tục trở thành đới ngấm nước kéo dài và chìm dần về phía đông bắc. Trên cơ sở đó, chúng tôi dự báo một cung đỉnh trọt bắt đầu từ tuyến L1 đến tuyến L8 song song và cách bờ hồ sắt lờ hiện nay khoảng 45 m (Hình 3.7).

Trong quá trình khoan tại 2 hố khoan HK1 và HK-BS đã tìm thấy ở độ sâu từ 13,8 – 14,5 m các mẫu thân cây (Hình 3.8); đến độ sâu khoảng 20 m hố khoan sập, đây là độ sâu mực nước tầng chứa nước qp. Các kết quả khảo sát trên cùng có giá thiết về sự tồn tại của phần nửa sau Bàu Bả năm 1901 hướng về phía đông bắc. Nguyên nhân là do cát bồi lấp và có thể liên quan đến hiện tượng hoạt động kiến tạo.

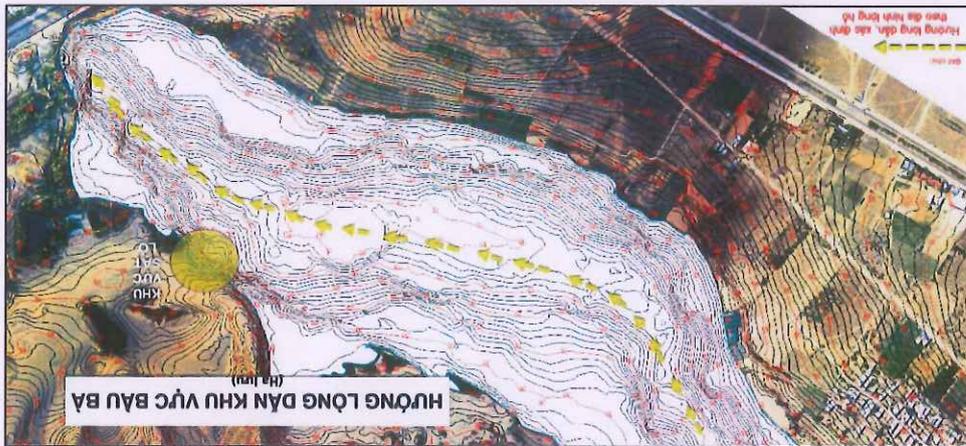
3.2.4. Yêu tố cấu trúc địa chất

Đề tài: “Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Trảng”

Hình 3.11. Bản đồ độ dốc lòng hồ khu vực sắt lỏ bờ Bầu Bà (thu từ tỉ lệ 1:5.000)



Hình 3.10. Lòng dân phía hạ lưu Bầu Bà (thu từ tỉ lệ 1:5.000)



Hình 3.9. So sánh diện tích Bàu Bà năm 1901 và 2024



Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân các giải pháp bảo vệ bờ khu"

Ố những khu vực nước tích tụ và thấm sâu vào lòng đất sẽ gây ra lún ướt ở các lớp cát bên dưới. Nếu lún ướt xảy ra đủ mạnh và diện rộng, có thể dẫn đến sụt lún ở bề mặt.

#### 4) Hệ thống thoát nước kèm

đều hoặc có các hố rỗng bên dưới. Khi đất cát bị lún ướt, áp lực từ các lớp đất bên trên có thể được tái phân phối, dẫn đến sự di chuyển của đất và gây ra sụt lún. Điều này đặc biệt xảy ra khi nền đất không đồng

#### 3) Sụt lún do sự tái phân phối áp lực

Lún ướt làm giảm lực ma sát và sự liên kết giữa các hạt cát. Khi đất trở nên không ổn định, nó có thể không còn đủ sức chịu tải trọng bên trên, chẳng hạn như các công trình xây dựng hoặc đất đá bên trên. Điều này có thể dẫn đến sụt lún cục bộ hoặc diện rộng.

#### 2) Mật ổn định của nền đất

Khi cát dưới mặt đất bị thấm nước, các hạt cát có thể sắp xếp lại và nén chặt hơn, dẫn đến sự giảm thể tích của đất. Điều này làm cho đất bị lún xuống, dẫn đến sụt lún ở bề mặt trên.

#### 1) Lún ướt và sự giảm thể tích đất

Với các đặc điểm cơ lý như trên, đất cát có kết cấu bờ rời trong hoàn toàn có khả năng bị lún ướt, dễ tan trong nước để tạo thành trong đó các rãnh xói ngầm. Lún ướt của cát (còn gọi là sự lún do bão hòa nước hoặc lún ẩm) là hiện tượng cát bị nén chặt và giảm thể tích khi bị thấm nước hoặc bão hòa nước. Hiện tượng này xảy ra khi các hạt cát sắp xếp lại dưới tác động của trọng lượng bản thân và nước, dẫn đến sự giảm thể tích và độ cao của nền đất. Hiện tượng lún ướt của cát dưới mặt đất có thể gây ra hiện tượng sụt lún, đặc biệt trong những điều kiện nhất định như sau:

- Hệ số nén lún thấp ( $0,009 - 0,013 \text{ cm}^2/\text{kg}$ ).
- Sức chống cắt, lực ma sát trong trung bình ( $24^{\circ}56' - 28^{\circ}56'$ ).
- Độ ẩm trung bình ( $17,5 - 18,3\%$ ).
- Độ bão hòa cao ( $84,3 - 89,1\%$ ).
- Lực dính rất thấp ( $0,011 - 0,014 \text{ kg/cm}^2$ ).
- Lớp 1 có độ thấm đứng ( $1,071 \text{ m/ngày}$ ) và thấm ngang ( $2,177 \text{ m/ngày}$ ) đều cao.
- Lớp 2 (TKC2) có tính thấm đứng ( $0,012 \text{ m/ngày}$ ) và thấm ngang ( $0,030 \text{ m/ng}$ ) thấp.
- Lớp 3 có tính thấm đứng ( $0,319 \text{ m/ngày}$ ) và thấm ngang ( $0,685 \text{ m/ng}$ ) trung bình.

Kết quả phân tích cho thấy các trầm tích gió Holocen và trầm tích biển Pleistocen trong khu vực Bầu Trảng chủ yếu là hạt mịn, có các thông số cơ lý được đánh giá như sau:

Trong vùng nghiên cứu chủ yếu chỉ có một loại đất chính là đất cát có nguồn gốc biến phân bố trên các bậc địa hình cao dọc hai bờ hồ. Các thành tạo này có độ rỗng lớn tạo điều kiện thuận lợi cho nước di chuyển theo chiều thẳng đứng và nằm ngang. Do đó nguồn nước chảy tràn trên nền đất cát vào mùa mưa sẽ có một lượng lớn ngấm trực tiếp xuống nước ngầm của các tầng chứa nước qh và qp.

### 3.2.6. Yêu tố ĐCCT

1. Nền đất ở đây có khả năng xây ra lún ướt khi bão hoà nước gồm các loại cát có cấp phối khuyết có khả năng lún ướt dẫn đến kết quả xói mòn bề mặt (các mương xói) và xói mòn ngầm dưới mặt đất (xói ngầm).
2. Do nước hồ Bầu Bà luôn cung cấp cho tầng chứa nước qh và tầng chứa nước qp nằm bên dưới nên đã hình thành một vùng bão hoà nước gần như hoàn toàn từ mức bờ vào bên trong hơn 40 – 45 m.
3. Trong điều kiện bình thường, áp lực nước từ hồ và nước bên trong bờ ở trạng thái cân bằng, nhờ đó bờ hồ sẽ nằm ở trạng thái ổn định, cho dù góc nghi mái dốc bờ hồ vượt quá giới hạn an toàn (> 26°).
4. Trong thời gian mực nước hồ hạ thấp vào cuối tháng 4 – đầu tháng 5, trạng thái cân bằng này bị phá vỡ, áp lực nước bên trong bờ dần lớn hơn so với áp lực nước từ phía hồ, tạo điều kiện xuất hiện dòng ngầm chảy ngược ra phía hồ.

**Cơ chế sạt lở bờ Bầu Bà**

Trên cơ sở kết quả nhận dạng và đánh giá các yếu tố dẫn đến hiện tượng sạt lở bờ Bầu Bà ngày 03/5/2023, có thể nhận định cơ chế và nguyên nhân sạt lở như sau:

**3.2.9. Cơ chế và nguyên nhân sạt lở bờ Bầu Bà**

Trắng, đặc biệt là Bầu Bà. Các loại khác nhau là nguồn rung động ảnh hưởng đến nền đất, góp phần gây sạt lở bờ Bầu Bà gần các nguồn gây rung đất đến vài chục centimet. Chính vì vậy, hoạt động của xe địa hình cho độ lún lớn do biên độ độ rung của đất trong quá trình rung. Đối khi độ lún của nền đất đất. Dưới tác động rung, các trầm tích đất bờ rôi, đặc biệt là đất không có lực dính, có thể nên lún và lún sụt, còn xung giá trị lớn – pha huy cấu trúc của đất và làm mất độ bền của đất kèm đi). Tác động xung có giá trị trung bình (khi gia tốc nhỏ hơn gia tốc tống lực) gây ma sát giữa các hạt đất và giảm sức chống trượt toàn phần của chúng (làm sức chịu tải của dính (bờ rôi) và ảnh hưởng ít hơn một chút đối với đất dính (set). Sự rung động làm giảm Về nguyên tắc, tác dụng động lực có ảnh hưởng đáng kể đến tính chất của đất không

**3.2.8. Yêu tố hoạt tại**

Bà, kích hoạt hiện tượng sạt lở. Bầu Bà hạ thấp sẽ xây ra hiện tượng thấm ngược, nghĩa là nước từ trong bờ sẽ chảy vào Bầu trong khu vực sạt lở bờ Bầu Bà trong trạng thái cân bằng nước. Tuy nhiên khi mực nước nước Bầu Bà. Kết quả đo địa vật lý và hồ khoan HK1, HK-BS đã phát hiện đối bão hoà nước mặt đất hiện hữu. Mực nước thay đổi theo mùa và có quan hệ thủy lực trực tiếp với mực khoan HK1, HK2 và HK3 vào cuối tháng 5 năm 2024 thay đổi từ 0,87 m đến 6,1 m dưới Mực nước trong đất (nước thổ nhưỡng) trong tầng chứa nước qh đo được trong 3 hồ

**3.2.7. Yêu tố DCTV**

dẫn đến sụt lún nhanh hơn. do giao thông, xây dựng hoặc động đất, thì hiện tượng này có thể trở nên nghiêm trọng hơn, Nên nền đất đã bị lún ướt và sau đó chịu tác động của tải trọng động như rung động

**5) Tác động của tải trọng động và địa chấn**

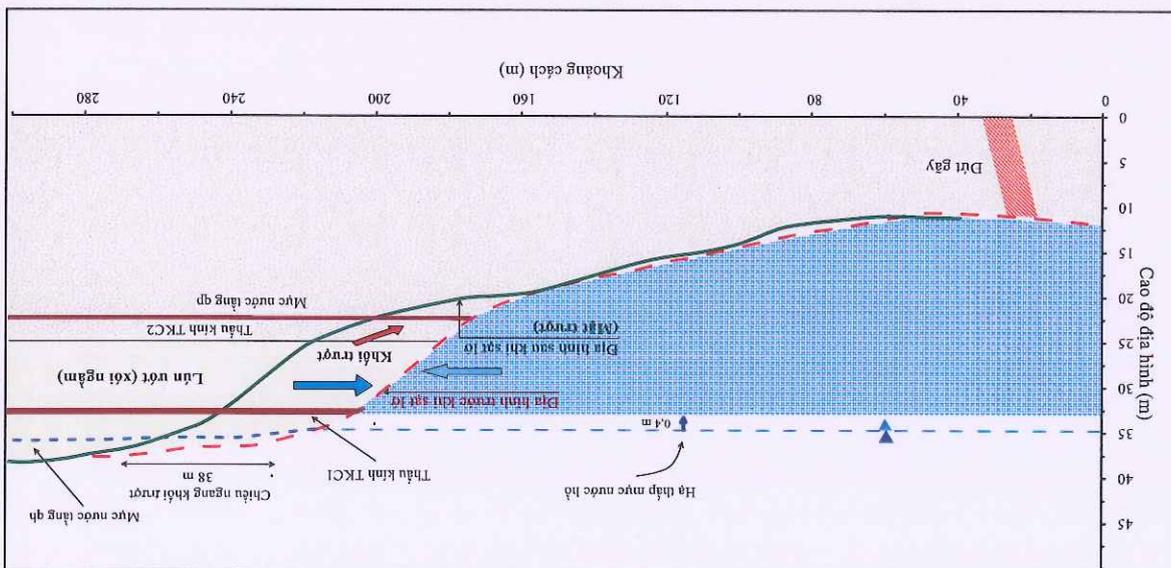
Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trăng"

- an toàn cao (FS = 1,491) (Hình 3.15).
- 3) *Giai đoạn ổn định*: sau khi sắt lỏ, khối trượt đạt đến trạng thái ổn định với hệ số an toàn rất thấp (FS = 0,9514) (Hình 3.14).
- 2) *Giai đoạn sắt lỏ*: khối trượt đạt đến mức tới hạn để hiện tượng sắt lỏ xảy ra với hệ số an toàn rất thấp (FS = 0,999) (Hình 3.13).
- 1) *Chuẩn bị sắt lỏ*: khối trượt mất dần độ ổn định với hệ số an toàn thấp (FS = 0,999) (Hình 3.13).

sau:

Quá trình sắt lỏ bờ Bầu Bà tuân theo quy luật phổ biến, diễn ra qua 3 giai đoạn như

Hình 3.12. Cơ chế sắt lỏ bờ Bầu Bà (ngày 03/5/2023)



5. Khi đó lớp cát có kết cấu bờ rời nằm kẹp giữa thấu kính TKC1 của Lớp 1 và mặt rãnh giới của Lớp 2, độ sâu từ 4,7 – 11 m, sẽ xảy ra hiện tượng lún ướt. Tới một giới hạn nhất định, lớp cát lún ướt này sẽ bị xói ngầm, lần lượt kéo theo lớp cát mặt bên trên và một phần cát trên mặt của Lớp 2, kết quả dẫn đến sắt lỏ bờ hồ.
6. Phàm vi sắt lỏ lần sâu vào phía bờ khoảng 38 m. Để phân tích diễn biến sắt lỏ, tại tuyến L4 mặt cắt trượt khi sắt lỏ được phục hồi dựa trên suy đoán các mặt cắt tại 2 tuyến L1 và L8. Cơ chế sắt lỏ bờ hồ Bầu Bà được minh hoạ bằng mô hình trên mặt cắt L4 (Hình 3.12).

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sắt lỏ và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Bà Trảng"

Trong số 8 yếu tố trên, có 2 yếu tố đóng vai trò tác nhân kích hoạt, có thể coi là 2 nguyên nhân chủ yếu gây ra hiện tượng sạt lở bờ Bầu Bà, đó là:

(i) Yếu tố hoạt tải: hoạt động của xe địa hình các loại khác nhau khá thường xuyên trong thời gian dài trở thành các nguồn rung động ảnh hưởng đến nền đất gây sạt lở bờ Bầu Trăng, đặc biệt là Bầu Bà.

(ii) Yếu tố thủy văn: mức nước hồ hạ thấp từ cuối tháng 4 đến giữa tháng 5/2023, khiến cho tầng thái cân bằng nước trong và ngoài bờ bầu bị phá vỡ, tạo nên dòng chảy ngược từ phía bờ vào hồ và hiện tượng này trở thành yếu tố kích hoạt sạt lở bờ Bầu Bà.

2) Nhóm nguyên nhân kích hoạt

Có 8 yếu tố biến đổi theo thời gian là nguyên nhân tiềm ẩn dẫn đến sạt lở bờ Bầu Bà bao gồm: Khí hậu; Địa hình; Trầm tích; Cầu trục địa chất; Thủy văn; DCCCT; DCTV và Hoạt tải, như đã trình bày chi tiết trong ở phần trên.

1) Nhóm nguyên nhân tiềm ẩn

Bầu Bà, đó là:

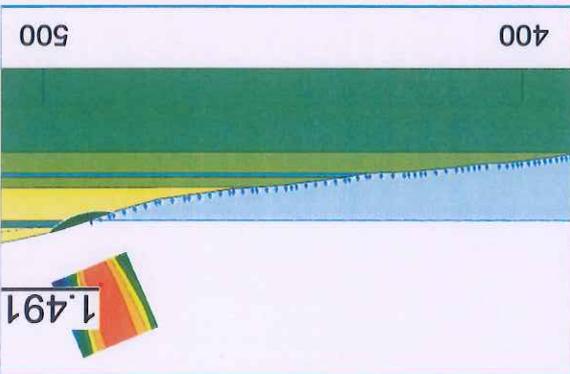
Từ các kết quả đạt được ở trên, có thể xác định 2 nhóm nguyên nhân gây sạt lở bờ

Nguyên nhân sạt lở bờ Bầu Bà

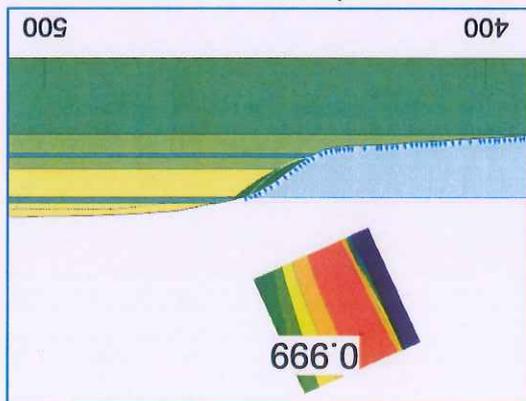
Hình 3.14. Sạt lở (Mô hình thứ 2)



Hình 3.15. Ôn định (Mô hình thứ 3)



Hình 3.13. Chuẩn bị sạt lở (Mô hình thứ 1)



Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trăng"

Tính thấm của đất ven bờ phụ thuộc vào các loại trầm tích. Trầm tích sông ( $aQ_{2-3}^2$ ) có tính thấm kém cho đến trầm tích Holocen ( $vQ_{2-3}^1$ ) có tính thấm cao, tìm ăn ngụy cơ sắt lờ bờ từ thấp đến cao: thạp (trầm tích  $aQ_{2-3}^2$ ), trung bình ( $mQ_{2-3}^2$ ), cao ( $vQ_{2-3}^1$ ) (Fig 16f).

#### **Tính thấm của đất**

Cao độ của bờ Bầu Trảng có quan hệ với khả năng xâm nhập nước vào bờ. Cao độ ven bờ càng thấp thì khả năng xâm nhập nước vào bờ càng cao, dẫn đến khả năng sạt lờ bờ càng cao: thạp (cao độ  $> 38$  m); trung bình (36 - 38 m); cao (35 - 36 m) và rất cao ( $< 35$  m) (Fig 16e).

#### **Xâm nhập nước**

Môi trường đất có ảnh hưởng đến khả năng sạt lờ bờ hồ. Các loại đất tương ứng với các trầm tích khác nhau gồm đất đỏ trầm tích biển Pleistocen ( $mQ_{1-2}^1$ ) đến đất cát trắng vàng trầm tích gió Holocen ( $vQ_{2-3}^1$ ) (Fig 16d).

#### **Môi trường đất**

Độ dốc của vùng bờ khu vực Bầu Trảng, tương tự cao độ địa hình, độ dốc càng lớn thì khả năng sạt lờ bờ càng cao (Hình 16c).

#### **Độ dốc**

Cao độ của vùng bờ khu vực Bầu Trảng là yếu tố quan trọng đối với hiện tượng sạt lờ bờ. Cao độ bờ càng lớn thì khả năng sạt lờ bờ càng cao (Fig 16b).

#### **Cao độ địa hình**

Khả năng sạt lờ bờ phụ thuộc vào các loại trầm tích; trầm tích sông ( $aQ_{2-3}^2$ ) có nguy cơ thạp, cho đến đất cát của trầm tích gió Holocen ( $vQ_{2-3}^1$  đất cát) tìm năng sạt lờ cao nhất (Fig 16a).

#### **Địa chất trầm tích**

trong đó  $i$  là chỉ số của 6 yếu tố;  $w$  là trọng số các lớp trong bản đồ thành phần, thay đổi từ 1 đến 10 (Bảng 3.12). Bản đồ khoanh vùng nguy cơ sạt lờ bờ khu vực Bầu Trảng thành lập với 6 bản đồ thành phần bằng phần mềm MapInfo.

$$D_i = \sum_{w=1}^i D_w$$

Bản đồ khoanh vùng nguy cơ sạt lờ bờ hồ khu vực Bầu Trảng được thành lập dựa trên 7 yếu tố/bản đồ thành phần gồm: 1) Địa chất trầm tích; 2) Cao độ địa hình; 3) Độ dốc; 4) Môi trường đất; 5) Xâm nhập nước vào bờ; và 6) Tính thấm của đất. Sáu yếu tố này được coi như có tầm quan trọng như nhau đối với nguy cơ sạt lờ bờ. Chỉ số nguy cơ sạt lờ  $D_i$  được xác định bằng tổng của 7 yếu tố theo phương trình dưới đây.

### **3.3.1. Các yếu tố/bản đồ thành phần**

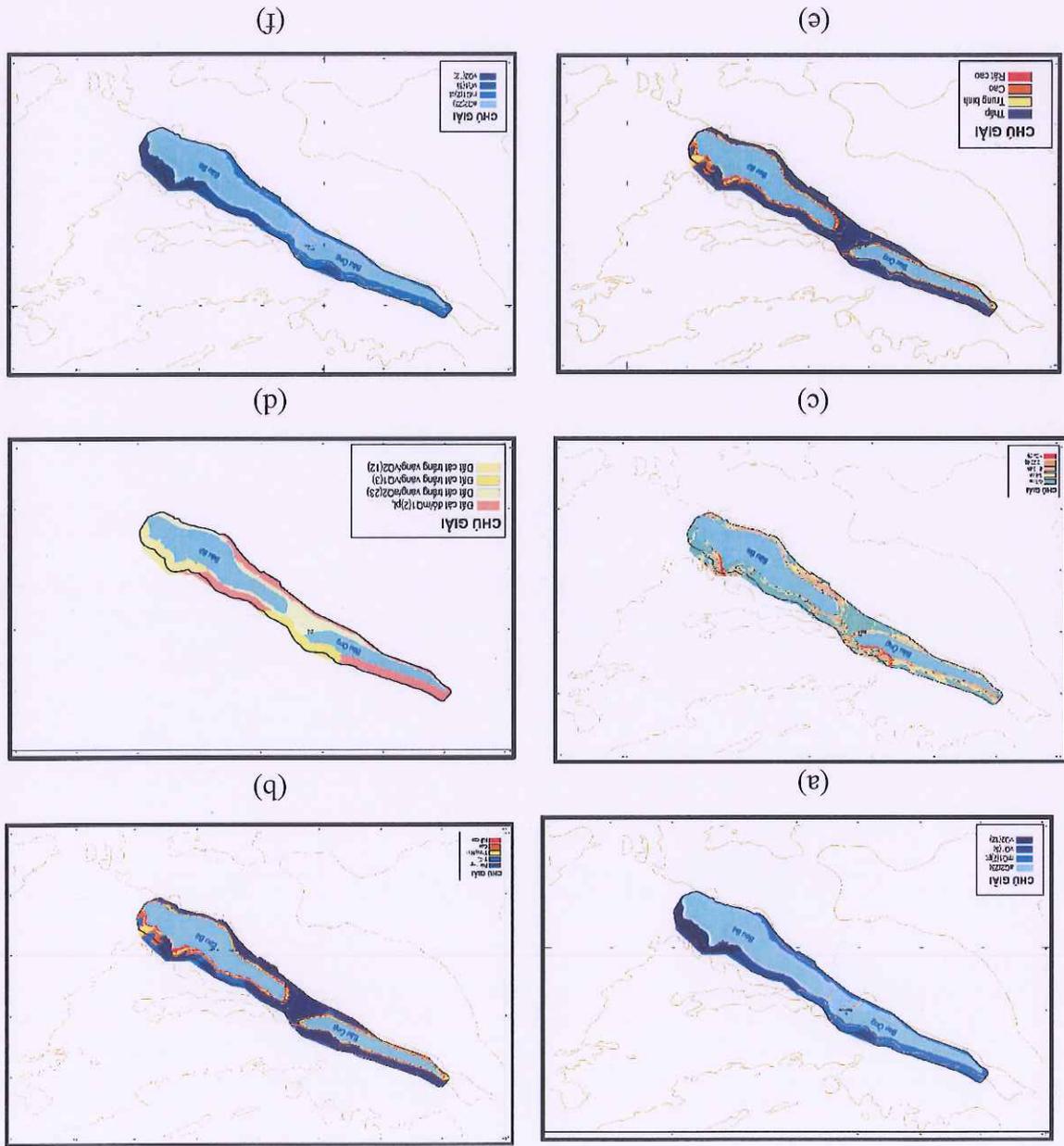
## **3.3. KHOANH VÙNG NGUY CƠ SẠT LỜ KHU VỰC BẦU TRẢNG**

Bảng 3.12. Các yếu tố (bản đồ thành phần) sử dụng trong khoanh vùng nguy cơ sạt lở

Yếu tố	Đơn vị	Trọng số
Địa chất trầm tích	aQ2(23)	4
	mQ1(2)pt	6
	vQ1(3)	8
	vQ2(12)	10
Cao độ địa hình (m)	> 40	2
	38 - 40	4
	36 - 38	6
	35 - 36	8
	34 - 35	10
Độ dốc (độ)	0 - 5	2
	5 - 8	4
	8 - 15	6
	15 - 25	8
	> 25	10
Môi trường đất	Đất cát đỏ (ARr,dy)/mQ1(2)pt	2
	Đất cát trắng vàng (ARl,dy)/aQ2(23)	5
	Đất cát trắng vàng (ARl,dy)/vQ1(3)	8
	Đất cát trắng vàng (ARl,dy)/vQ2(12)	10
Xâm nhập nước vào bờ	Thấp	4
	Trung bình	6
	Cao	8
	Rất cao	10
Tình trạng cửa đất	Thấp	4
	Trung bình	6
	Cao	8
	Rất cao	10

Từ 6 bản đồ thành phần nhân được ở trên, thực hiện chồng ghép để xây dựng bản đồ khoaanh vùng nguy cơ sạt lở bờ hồ khu vực Bàu Trảng tỉ lệ 1:5.000 (Hình 3.17). Các chỉ số nguy cơ thay đổi từ <math>35</math> đến > 55. Các giá trị của chỉ số nguy cơ được phân loại thành 5 vùng nguy cơ rất thấp, thấp, trung bình, cao và rất cao (Bảng 3.13).

Hình 16. Các bản đồ thành phần (a) Địa chất trầm tích; (b) Cao độ địa hình; (c) Độ dốc; (d) Môi trường đất; (e) Khả năng xâm nhập nước vào bờ; (f) Tình trạng của đất



Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ hồ khu vực Bàu Trảng"



Vùng nguy cơ sạt lở rất cao có diện tích nhỏ nhất, chỉ khoảng 4,03 ha, chiếm 2,45% toàn diện tích khoanh vùng; chỉ phân bố ở cuối bờ trái Bầu Bà, nằm hoàn toàn trên nền trầm tích gió Holocen ( $VQ_{2-1}^{-2}$ ); địa hình thấp đến trung bình (cao độ 35 – 37 m); độ dốc thay đổi nhiều, từ 5 đến > 25°, nằm hoàn toàn trong vùng đất cát trắng vàng (cát bay); khả năng xâm nhập nước vào bờ ở mức cao đến rất cao, tính thấm của đất ở mức khá cao đến cao và loại hình sử dụng đất chủ yếu đất rừng phòng hộ với lớp phủ thưa hoặc trống.

**Vùng nguy cơ sạt lở rất cao**

*Tiêu vùng 2d:* phân bố ở từ giữa đến cuối bờ trái Bầu Bà, trên nền trầm tích địa chất  $VQ_{2-1}^{-2}$ , địa hình khá cao (cao độ 38 – 41 m); độ dốc khá thấp từ 8 – 15°; đất cát trắng vàng; khả năng xâm nhập nước vào bờ ở mức trung bình đến cao; tính thấm của đất khá cao và loại hình sử dụng đất chủ yếu đất rừng phòng hộ với lớp phủ thưa hoặc trống.

*Tiêu vùng 1d:* phân bố ven bờ trái của Bầu Ông trên hai nền trầm tích  $MQ_{1-2}^{1-2}$  và  $VQ_1^{-1}$ ; địa hình thấp đến trung bình (cao độ khoảng 40 – 43 m), độ dốc khá lớn, từ 15 – 25°; đất cát đỏ và đất cát trắng vàng (cát bay); khả năng xâm nhập nước vào bờ ở mức cao đến rất cao; tính thấm của đất ở mức trung bình đến khá cao và loại hình sử dụng đất chủ yếu là đất trồng cây lâu năm thưa hoặc trống.

Vùng nguy cơ sạt lở cao có diện tích lớn thứ ba, khoảng 16 ha, chiếm 9,52% toàn diện tích khoanh vùng, cũng phân bố thành 2 tiểu vùng khá rõ rệt:

**Vùng nguy cơ sạt lở cao**

*Tiêu vùng 2c:* phân bố ở giữa bờ trái của Bầu Bà, nằm trên nền trầm tích địa chất  $VQ_{2-1}^{-2}$ ; địa hình trung bình đến cao (cao độ 38 – 40 m); độ dốc khá thấp từ 5 – 8°; đất cát trắng vàng; khả năng xâm nhập nước vào đất ở mức trung bình đến cao; tính thấm của đất ở mức trung bình và loại hình sử dụng đất chủ yếu đất rừng phòng hộ với lớp phủ thưa hoặc trống.

*Tiêu vùng 1c:* phân bố ven bờ trái của Bầu Ông trên nền trầm tích gió Pleistocen ( $VQ_1^{-1}$ ); địa hình trung bình đến cao (cao độ khoảng 40 – 45 m); độ dốc từ 8 – 25°; đất cát trắng vàng; khả năng xâm nhập nước vào bờ ở mức trung bình đến cao, tính thấm của đất ở mức trung bình và loại hình sử dụng đất chủ yếu là đất trồng cây lâu năm thưa hoặc trống.

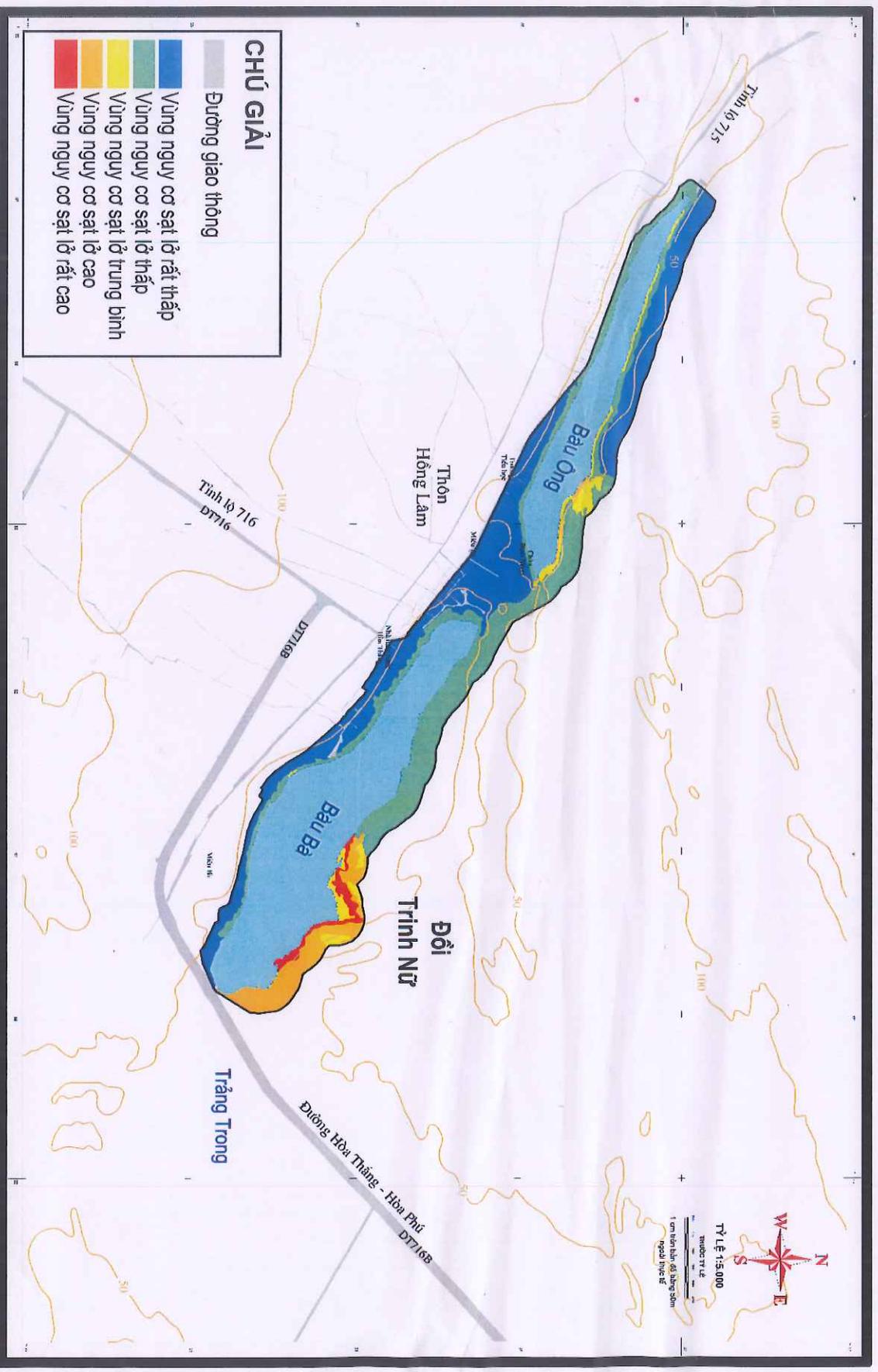
Vùng nguy cơ sạt lở trung bình có diện tích lớn thứ tư, khoảng 8,6 ha, chiếm 5,23% toàn diện tích khoanh vùng, phân bố thành 2 tiểu vùng khá rõ rệt:

**Vùng nguy cơ sạt lở trung bình**

đất rừng phòng hộ với lớp phủ thưa thớt hoặc trống trải.  
trung bình; tính thấm của đất ở mức trung bình đến cao và loại hình sử dụng đất chủ yếu là từ 8 – 15°; đất cát đỏ và đất cát trắng vàng; khả năng xâm nhập nước vào bờ ở mức thấp đến

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sụt lún và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trắng"



Hình 3.17. Bản đồ khoanh vùng nguy cơ sụt lún bờ khu vực Bầu Trắng (thu từ tỉ lệ 1:5.000)

tuong tự như hàng cũ phía trong.

đến cũ trâm 5,5 m bỏ trỉ thêm cũ trâm đường kính gốc D8-10 cm, chiều dài trên 4,5 m cm, chiều dài trên 5,5 m kết hợp cái tạo mái bằng các bao tải cát. Phạm vi từ cũ BTCT 3) Phía bên ngoài cũ BTCT (phía hồ) bỏ trỉ hàng cũ trâm đường kính gốc D8-10 4 lớp vải địa kỹ thuật cường độ 200 kN/m phía trên, cuộn cát với chiều dày 50 cm/lớp.

- Sàn giấm tải gồm 1 lớp vải địa kỹ thuật cường độ 200 kN/m tiếp giáp cũ trâm,
- Cũ trâm phải được bỏ trỉ dưới mực nước ngầm đảm bảo tuổi thọ.
- Cao độ đầu cũ dự kiến +32,2 m;
- Mật độ đống gồm 20 cây/m<sup>2</sup> cho 3,0 m sắt kè, 16 cây/m<sup>2</sup> cho 4 m kè tiếp;

m từ cũ BTCT;

- Đống cũ trâm đường kính gốc D8-10 cm, chiều dài trên 4,5 m trong phạm vi 0,5 Geoslope, tính từ mép cọc vào trong khoảng 0,5 m.

hoặc công nghệ D-Box trên nền gia cố cũ trâm. Phạm vi gia cố theo tính toán của bài toán 2) Phía bên trong bỏ trỉ gia cố nền bằng san giấm tải vải địa kỹ thuật (Hình 4.1)

có nền đất và ngăn chặn qua trình sụt lún tiếp tục.

bảo vệ phân giới hạn sắt lổ. Cũ SW có khả năng chống xói mòn và chịu lực tốt, giúp gia BTCT SW, phạm vi gia cố từ cao trình 34,7 m đến cao trình 10,7 m. Mục đích chính là 1) Gia cố giới hạn giữa phần đá sắt lổ và phần hiện trạng bằng cũ bê tông cốt thép

#### 4.2.1. Phương án 1

bên vũng cho bờ hồ, chúng tôi đề xuất các giải pháp kết cấu theo 2 Phương án như sau:

Tại khu vực sắt lổ Bầu Bả, hiện nay tồn tại một khối trượt tiềm ẩn mà đỉnh trượt

#### 4.2. CÁC GIẢI PHÁP CÔNG TRÌNH BẢO VỆ BỜ BẦU BẢ

- 1) Tuân thủ theo Luật Di sản và Luật Du lịch do Quốc hội ban hành.
- 2) Dựa trên các kết quả nghiên cứu của đề tài.
- 3) Điều kiện thực hiện các giải pháp phù hợp với thực tế địa phương.
- 4) Thân thiện với môi trường, không ảnh hưởng đến mỹ quan khu vực.

tuân theo một số nguyên tắc đề bảo đảm tính khả thi:

lịch bên vũng. Chính vì vậy, các giải pháp đề xuất bảo vệ bờ khu vực Bầu Trảng cần phải sinh. Hơn nữa, khu vực Bầu Trảng vốn là một thặng cảnh cấp quốc gia cần phát triển du Đây là một quá trình tự nhiên, đồng thời chịu ảnh hưởng một phần của hoạt động nhân Các kết quả nghiên cứu cho thấy hiện tượng sụt lổ bờ Bầu Bả là một dạng TBDC.

#### 4.1. CÁC NGUYÊN TẮC ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP

### CÁC GIẢI PHÁP BẢO VỆ BỜ KHU VỰC BẦU TRẢNG

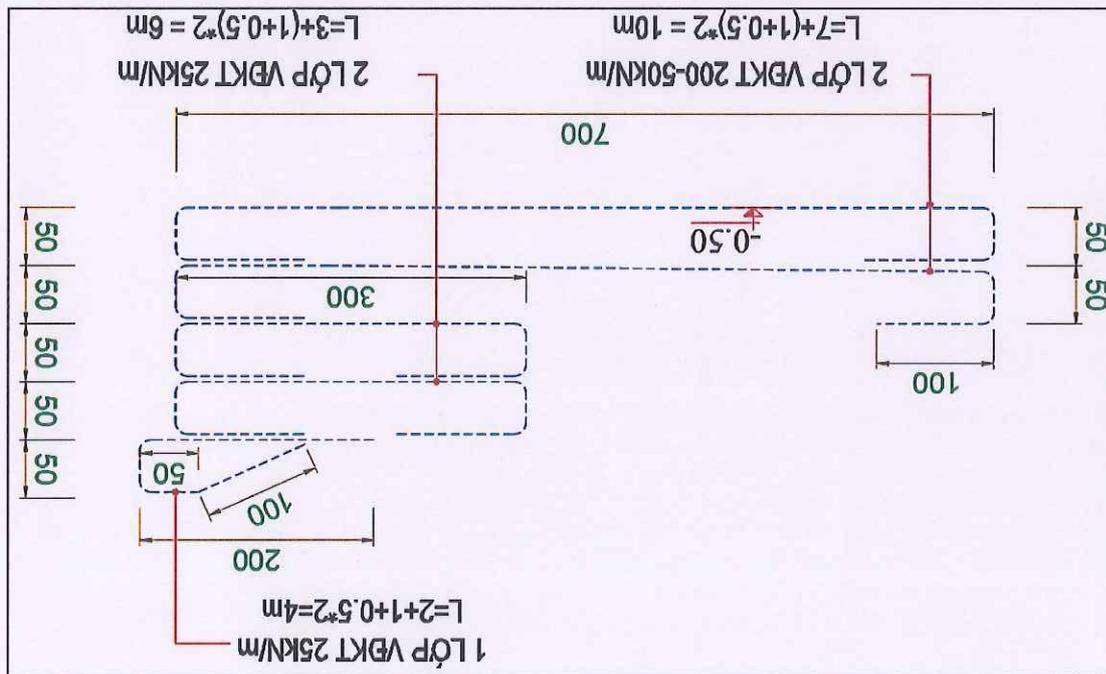
#### Chương 4

Phương án 1 được áp dụng trên các tuyến L1, L4, và L8 trình bày trên Hình 4.2.

#### 4.2.2. Phương án 2

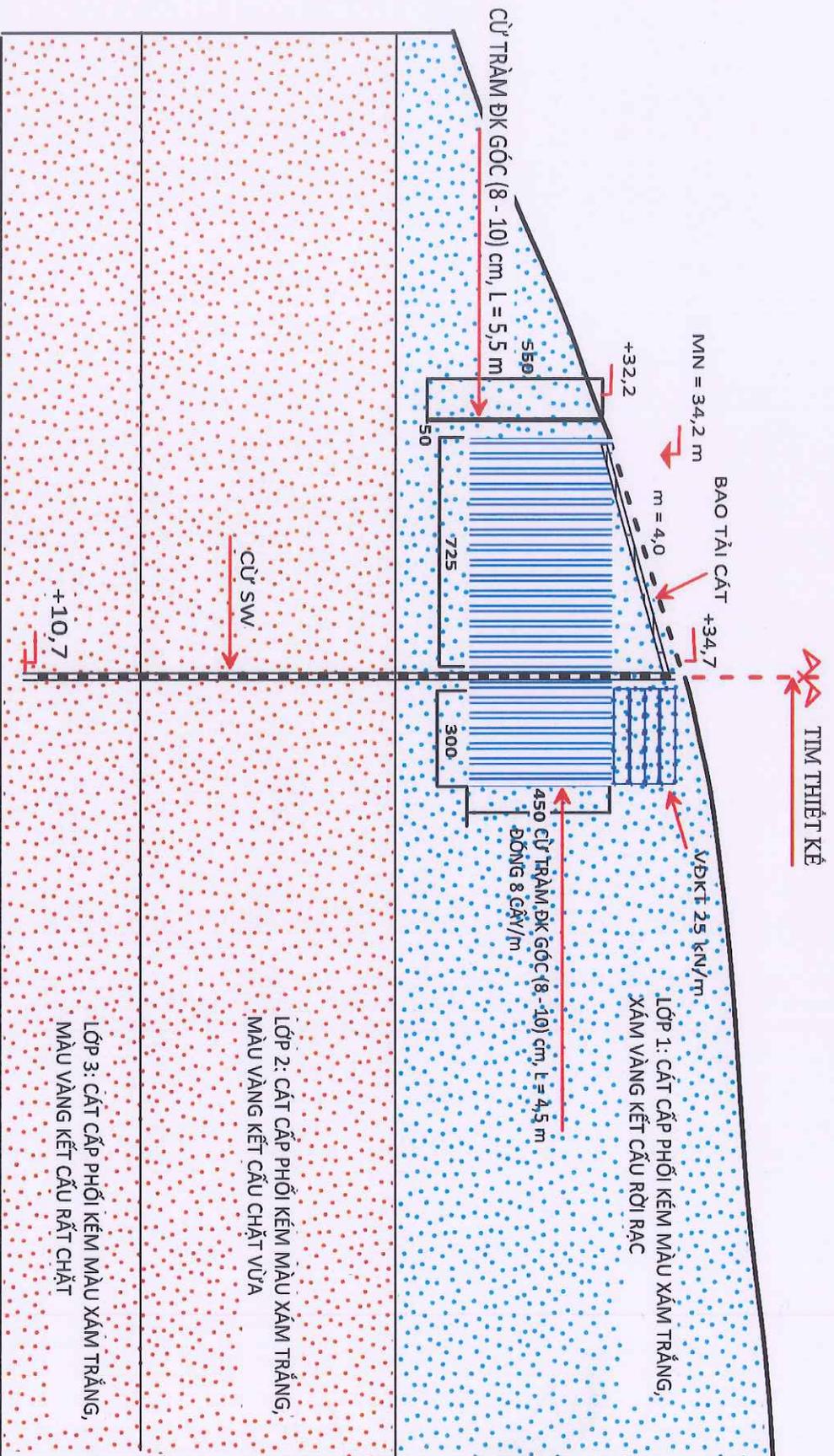
Bộ trí tương tự Phương án 1 ở phía ngoài cửa BTCT, nhưng phía trong giữ nguyên hiện trạng, không bố trí sân giảm tải trên hệ cửa tràm.

Phương án 2 được áp dụng trên các tuyến L1, L4, và L8 trình bày trên Hình 4.3.



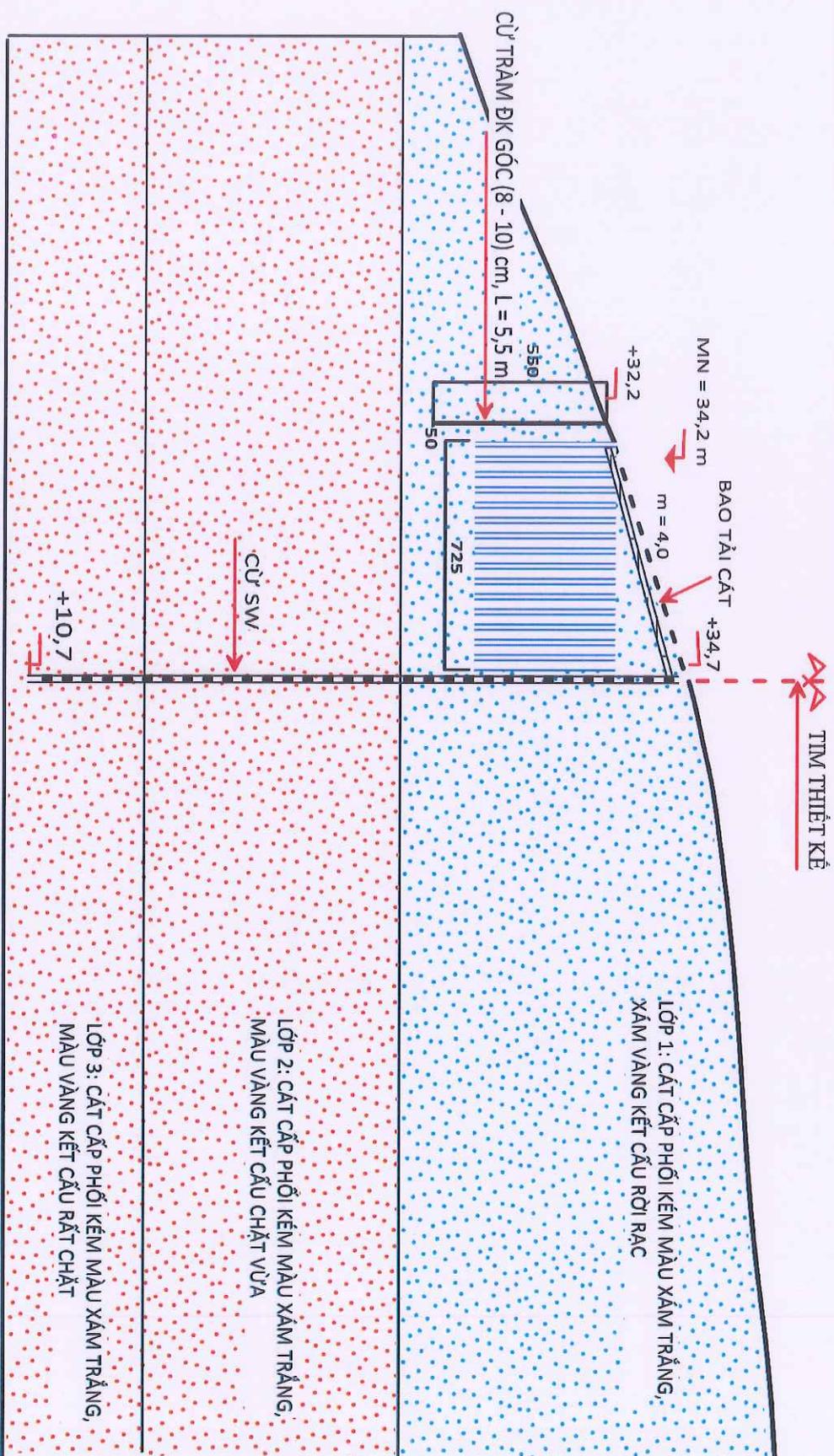
Hình 4.1. Chi tiết trải vải địa kỹ thuật

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sụt lún và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Trảng"



Hình 4.2. Phương án 1 thiết kế chống sụt lún cho các tuyến L1, L4 và L8

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sụt lún và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ kè khu vực hồ Bàu Trắng"



Hình 4.3. Phương án 2 thiết kế chống sụt lún cho các tuyến L1, L2 và L8

#### 4.2.3. Tính toán ổn định tuyến L1, L4 và L8 sau gia cố

##### Tuyến L1

Tuyến L1 có hệ số an toàn trượt cùng tròn rất lớn sau gia cố là 3,371 và 3,388 cho các Phương án 1 và 2 với cùng trượt xuất phát từ phía sau cũ SW. Đối với cùng trượt phía dưới cọc cứ trăm gia cố cũng có hệ số an toàn lớn là 1,938 cho cả 2 Phương án gia cố. Khi tính thêm tải trọng do người và xe, thì hệ số an toàn cùng trượt giảm đi không đáng kể, 3,345 và 3,363 cho cả 2 Phương án. Còn cùng trượt phía dưới hồ không bị ảnh hưởng bởi tải trọng phía trên do khoảng cách xa.

Chuyên vị theo phương X và Y khi gia cố theo Phương án 1 sẽ nhỏ hơn phương án 2 cho lớp đất ngay dưới hàng cọc cứ phía trong dọc BTCT. Từ đó sẽ giảm bớt áp lực cho cũ SW.

##### Tuyến L4

Hệ số an toàn trượt cùng tròn sau gia cố khá an toàn với hệ số an toàn lên đến 2,262 cho cùng trượt từ phía trên đỉnh của mái dốc và hệ số 1,667 cho cùng trượt xuất phát từ ngay phía dưới của cọc gia cố. Cả hai phương án gia cố đều cho kết quả ổn định cùng trượt là như nhau. Ngay cả khi có tải trọng xe cũng như người tham quan tiến sát đến gần bờ hồ thì hệ số an toàn vẫn cao, 2,246 cho Phương án 1 và 2,253 cho Phương án 2. Tại trong không ảnh hưởng đến cùng trượt xuất phát từ bên dưới cọc gia cố do khoảng cách khá xa.

Xét về chuyên vị, cả hai phương án cùng cho kết quả gần như nhau. Tuy nhiên chuyên vị theo phương Y và X trong Phương án 1 cho kết quả nhỏ hơn tại lớp đất ngay phía dưới hàng cọc cứ phía trong cọc BTCT, do trong Phương án 1 có lớp cọc cứ này còn Phương án 2 không có lớp cọc cứ này.

##### Tuyến L8

Tuyến L4, hệ số an toàn trượt cùng tròn sau gia cố khá an toàn với hệ số an toàn là 1,568 cho cùng trượt từ phía trên đỉnh của mái dốc và hệ số 1,176 cho cùng trượt xuất phát từ ngay phía dưới của cọc gia cố. Cả hai Phương án gia cố đều cho kết quả ổn định cùng trượt là như nhau. Có thể thấy rằng mái dốc phía dưới lớp gia cố có cùng cứ sạt lở liên tiếp ăn sâu vào bờ khi đã được gia cố theo cả hai Phương án. Khi tính thêm tải trọng do xe địa hình và người tham quan, kết quả có sai khác rất nhỏ, khoảng 1,562.

Xét về chuyên vị, cả hai Phương án đều cho kết quả gần nhau, giống tuyến L4. Chuyên vị theo phương Y và X trong Phương án 1 cho kết quả nhỏ hơn tại lớp đất ngay phía dưới hàng cọc cứ phía trong cọc BTCT, do Phương án 1 có lớp cọc cứ này, còn Phương án 2 không có lớp cọc cứ này. Điều này cho thấy Phương án 1 có khả năng làm giảm lún cho lớp đất phía sau cọc BTCT, có thể tạo điều kiện cho phép xe địa hình cũng như người tham quan đến bờ hồ hơn so với Phương án 2.

### 4.3. CÁC GIẢI PHÁP PHI CÔNG TRÌNH

Ngoài khu vực sạt lở bờ Bàu Bà đã xảy ra cần xem xét triển khai các giải pháp công trình, phần còn lại của khu vực Bàu Tràng nên thực hiện các giải pháp phi công trình. Cụ thể như sau:

#### 4.3.1. Biện pháp nông nghiệp

##### *Duy trì ổn định HTSDĐ*

Hiện trạng sử dụng đất khu vực Bàu Tràng được nhân dân duy trì lâu đời, khá ổn định, giúp giữ được thảm thực vật che phủ như rừng tái sinh, thảm cỏ, vườn cây ăn trái (thanh long...). Cần tiếp tục duy trì ổn định với các giải pháp chăm sóc không hoặc ít làm thay đổi lớp phủ trên bề mặt, chống hoặc giảm thiểu xói mòn do gió – nước khả hiệu qua (Hình 4.4 – 4.7). Trong các khu vực canh tác, chẳng hạn như khu vực trồng thanh long, xung quanh các trụ hoặc gốc cây nên có lớp che phủ bề mặt thường xuyên, hạn chế để đất trồng làm phá vỡ kết cấu đất trồng (Hình 4.8).



4.10).

Khi cây cao sông ổn định có thể trở thành cây chắn gió và cát bay khá hiệu quả (Hình 4.9 và cây keo, keo lai, cây neem ... với mật độ khá dày (do tỷ lệ sông sau 3 năm khá thấp 60%) để khu vực có hợp thủy, tiêu dao (nơi có hồ nước hoặc nước ngầm cao) có thể trồng cây duong, khá nhiều mặc dù đã trên 10 năm tuổi, cây con khó sinh trưởng). Khu vực sườn dốc thấp và keo lai che phủ bề mặt (tuy nhiên hiện nay cây keo lai trên dạng này đang bị chết Trong các khu vực địa hình cao, dốc, đưa nhóm cây làm nghiệp như cây neem, cây

cát, giúp chống sạt lở bờ Bầu Trảng.

cấu trúc đất dần đến giảm xói mòn do gió, nước, chống rửa trôi góp phần gia cố bề mặt đôi nghiệp phù hợp phủ kín bề mặt nhằm giữ ổn định cát, nhờ đó theo thời gian làm tăng kết nối đôi Trím Nư, khu vực sạt lở bờ khu vực Bầu Ba...), tên hành trồng các loại cây làm – nông đối với các khu vực đã bị khai thác trồng hiện nay chỉ còn bề mặt cát (như khu vực

**Mô hình trồng cây làm – nông nghiệp**

**Hình 4.8.** Kỹ thuật canh tác thanh mơn rửa trôi khu vực đầu Bầu Ong long chống thoát ẩm đất, chống xói



**Hình 4.7.** Đa dạng sinh học giúp giảm thiểu xói mòn ven bờ khu vực cuối Bầu Bà



chân bờ Bầu Bà

**Hình 4.5.** Thực vật thủy sinh góp phần gia cố

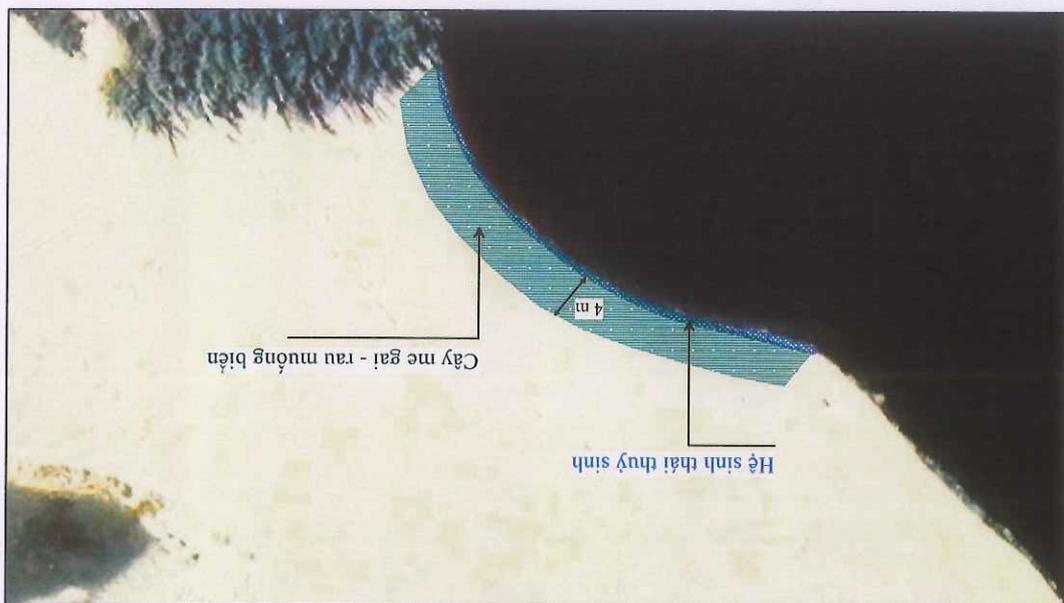


**Hình 4.6.** Thảm thực vật quanh bờ khu vực cuối Bầu Bà giúp chống xói mòn, sạt lở



Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

Hình 4.11. Mô hình trồng cây bản địa phù hợp với giải pháp công trình



- Khu vực ven bờ: trồng cây me gai phía sát mép nước ra bờ ít nhất 4 m phủ toàn bộ diện tích bao tải cát và vải địa kỹ thuật, từ đó làm bệ đỡ cho rau muống biển phủ dần bề mặt đồi cát. Đây là cây tiên phong giúp cố định bề mặt, duy trì độ ẩm trong đất tạo điều kiện cho hệ sinh thái có bảm rễ sinh trưởng che phủ toàn bộ bề mặt (Hình 4.13).

- Khu vực mép nước (phía dưới bờ hồ): trồng các thực vật hệ sinh thái thủy sinh như sen-súng, bông bòn, bèo lục bình ... Hệ thực vật này giúp giảm sóng vỗ ven bờ, cố định chân đồi làm giảm xói mòn chân đồi từ đó giảm thiểu sạt lở (Hình 4.12).

Các nhóm cây được đề xuất cho mục đích này bao gồm:

Sau khi tiến hành các giải pháp công trình theo Phương án 1 hoặc Phương án 2, cần thực hiện mô hình trồng cây bản địa theo mô hình Hình 4.11.

**Mô hình trồng cây kèm theo giải pháp công trình bảo vệ bờ Bầu Bà**

Hình 4.9. Cây neem sinh trưởng - phát triển tốt ven Bầu Bà



Hình 4.10. Cây keo lai dùng che phủ đất quanh Bầu Bà



Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

2) Riêng trong khu vực sắt lò bờ Bầu Bà, khi các giải pháp công trình đã hoàn thành, cũng cần tiếp tục giới hạn hoạt động các loại xe địa hình và du khách trong phạm vi từ mép bờ hồ ra khoảng cách ít nhất 5 m để đảm bảo an toàn và giữ gìn sự phát triển Mỏ hình trong cây kèm theo giải pháp công trình.

- Hạn chế xây dựng: giới hạn xây dựng các công trình, nhà ở trong các vùng nguy cơ sắt lò cao – rất cao; nghiêm cấm san bằng và hạ thấp bậc địa hình bờ hồ sắt mép nước để kinh doanh hay tác.

- Thành lập Ban kiểm tra an toàn: có nhiệm vụ định kỳ kiểm tra các vị trí trong các vùng nguy cơ sắt lò cao – rất cao. Đặc biệt là khu vực sắt lò bờ Bầu Bà vào cuối mùa khô hàng năm.

1) Trong khu vực Bầu Trảng

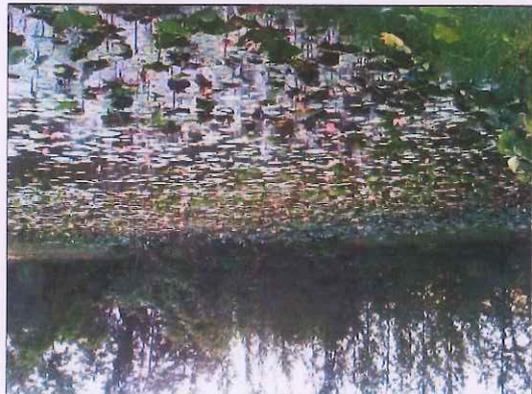
**Giai pháp lâu dài**

Trong khu vực sắt lò bờ Bầu Bà, cần sớm giới hạn hoạt động các loại xe địa hình và du khách trong phạm vi từ mép bờ hồ ra khoảng cách ít nhất 50 m.

**Giai pháp trước mắt**

**4.3.2. Biện pháp quản lý**

**Hình 4.12.** Nhóm sen trong hồ nước xung quanh Bầu Bà



**Hình 4.13.** Nhóm cây me gai, rau muống biển, cây sậy ven Bầu Bà



Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sắt lò và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

## PHẦN KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### KẾT LUẬN

#### 1. HIỆN TRẠNG SẠT LỞ VÙNG NGHIÊN CỨU

Kết quả điều tra, khảo sát, đánh giá hiện trạng sạt lở vùng nghiên cứu, khu vực Bàu Trảng và khu đồi Trinh Nữ có tổng số 53 điểm khảo sát, trong đó 28 vị trí khu vực ven Bàu Ông (20 vị trí phía bờ trái, 5 phía bờ phải), 16 vị trí khu vực ven Bàu Bà (11 vị trí phía bờ trái, 5 phía bờ phải), 07 vị trí khu vực Vung Mòn, và 01 vị trí ở suối Hông và 01 tại Mũi Yên.

Phía bờ trái Bàu Ông có sự phân dị địa hình và độ dốc cao hơn bờ phải. Ngoài ra còn có hiện tượng xâm thực đường bờ bởi gió mùa tây nam. Phía bờ trái Bàu Bà có sự phân dị địa hình và độ dốc lớn hơn bờ phải, đặc biệt khu vực cuối Bàu Bà đã xảy ra hiện tượng sạt lở đáng kể ở vị trí KSB01. Thực tế khảo sát vào tháng 01/2024 thì tổng chiều dài đoạn sạt lở khoảng 103 m, chiều ngang sạt lở nhất khoảng 38 m, diện tích bề mặt sạt lở 0,269 ha. Phía bờ phải của khu vực đầu Bàu Bà không ghi nhận hiện tượng xâm thực đường bờ vì người dân địa phương đã hạ cấp độ dốc, san bằng bề mặt để trồng các loại cây ngắn hoặc dài ngày.

#### 2. NGUYÊN NHÂN SẠT LỞ BỜ BÀU BÀ

##### 1) Nhóm nguyên nhân tiềm ẩn

Có 8 yếu tố biến đổi theo thời gian là nguyên nhân tiềm ẩn dẫn đến sạt lở bờ Bàu Bà bao gồm: Khí hậu; Địa hình; Trầm tích; Cầu trục địa chất; Thủy văn; DCCCT; DCTV và Hoạt tại.

##### 2) Nhóm nguyên nhân kích hoạt

Trong số 8 yếu tố trên, có 2 yếu tố đóng vai trò tác nhân kích hoạt, có thể coi là 2 nguyên nhân chủ yếu gây ra hiện tượng sạt lở bờ Bàu Bà, đó là:

(iii) Yếu tố hoạt tại: hoạt động của xe địa hình các loại khác nhau khi thường xuyên trong thời gian dài trở thành các nguồn rung động ảnh hưởng đến nền đất gây sạt lở bờ Bàu Trảng, đặc biệt là Bàu Bà.

(iv) Yếu tố thủy văn: mức nước hồ hạ thấp từ cuối tháng 4 đến giữa tháng 5/2023, khiến cho trạng thái cân bằng nước trong và ngoài bờ bầu bị phá vỡ, tạo nên dòng chảy ngược từ phía bờ vào hồ và hiện tượng này trở thành yếu tố kích hoạt sạt lở bờ Bàu Bà.

#### 3. KHOANH VÙNG NGUY CƠ SẠT LỞ

Khoanh vùng nguy cơ sạt lở bờ hồ khu vực Bàu Trảng với 5 cấp nguy cơ sạt lở từ rất thấp, thấp, trung bình, cao đến rất cao: 1) Vùng nguy cơ sạt lở rất thấp có diện tích lớn nhất, khoảng 75 ha, chiếm 45,47% toàn diện tích khoanh vùng; 2) Vùng nguy cơ sạt lở thấp có diện tích lớn thứ hai, khoảng 61 ha, chiếm 37,31% diện tích; 3) Vùng nguy cơ sạt lở trung bình có diện tích lớn thứ tư, khoảng 8,6 ha, chiếm 5,23% diện tích; 4) Vùng nguy cơ sạt lở

Đổi với các khu vực đã bị khai thác trong hiện nay chỉ còn bề mặt cát (như khu vực đồi Trinh Nữ, khu vực sắt lò bờ khu vực Bầu Ba... ) cần phải tiến hành trồng các loại cây làm - nông nghiệp phù hợp phủ kín bề mặt nhằm giữ ổn định cát, nhờ đó theo thời gian làm tăng kết nối cấu trúc đất dần giảm xói mòn do gió, nước, chông rửa trôi góp phần gia cố bề mặt đồi cát, giúp chông sắt lò bờ Bầu Trảng.

**+ Mô hình trồng cây làm - nông nghiệp**

Hiện trạng đất khu vực Bầu Trảng được nhân dân duy trì lâu đời, khá ổn định, giúp giữ được thảm thực vật che phủ như rừng tái sinh, thảm cỏ, vườn cây ăn trái (thanh long...). Cần tiếp tục duy trì ổn định với các giải pháp canh tác chăm sóc không hoặc ít làm thay đổi lớp phủ trên bề mặt, chông hoặc giảm thiểu xói mòn do gió - nước khá hiệu quả. Trong các khu vực canh tác, chông hạn như khu vực trồng thanh long, xung quanh các trụ hoặc gốc cây nên có lớp che phủ bề mặt thường xuyên, hạn chế để đất trống làm phá vỡ kết cấu đất trống.

**+ Duy trì ổn định HTSDF**

**Biện pháp nông nghiệp**

Ngoài khu vực sắt lò bờ Bầu Ba có thể triển khai các giải pháp công trình, phần còn lại của khu vực Bầu Trảng nên thực hiện các giải pháp phi công trình. Cụ thể như sau:

**4.2. Các giải pháp phi công trình**

Bộ trí tương tự Phương án 1 ở phía ngoài cũ BTCT, nhưng phía trong giữ nguyên hiện trạng, không bố trí sân giảm tải trên hệ cũ trạm.

**Phương án 2**

Bao gồm các công việc: 1) Gia cố giới hạn giữa phần đã sắt lò và phần hiện trạng bằng cử bê tông cốt thép BTCT SW, phạm vi gia cố từ cao trình 34,7 m đến cao trình 14,7 m. Mục đích chính là bảo vệ phần giới hạn sắt lò. Cũ SW có khả năng chông xói mòn và chịu lực tốt, giúp gia cố nền đất và ngăn chặn quá trình sắt lò tiếp tục; 2) Phía bên trong bố trí gia cố nền bằng san giảm tải vài địa kỹ thuật hoặc công nghệ D-Box trên nền gia cố cũ trạm. Phạm vi gia cố tính từ mép cọc vào trong khoảng 0,5 m; 3) Phía bên ngoài cũ BTCT (phía hồ) bố trí hàng cử trạm đường kính gốc D8-10 cm, chiều dài trên 5,5 m kết hợp cải tạo mái bằng các bao tải cát. Phạm vi từ cũ BTCT đến cử trạm 5,5 m bố trí thêm cử trạm đường kính gốc D8-10 cm, chiều dài trên 4,5 m tương tự như hàng cử phía trong.

**Phương án 1**

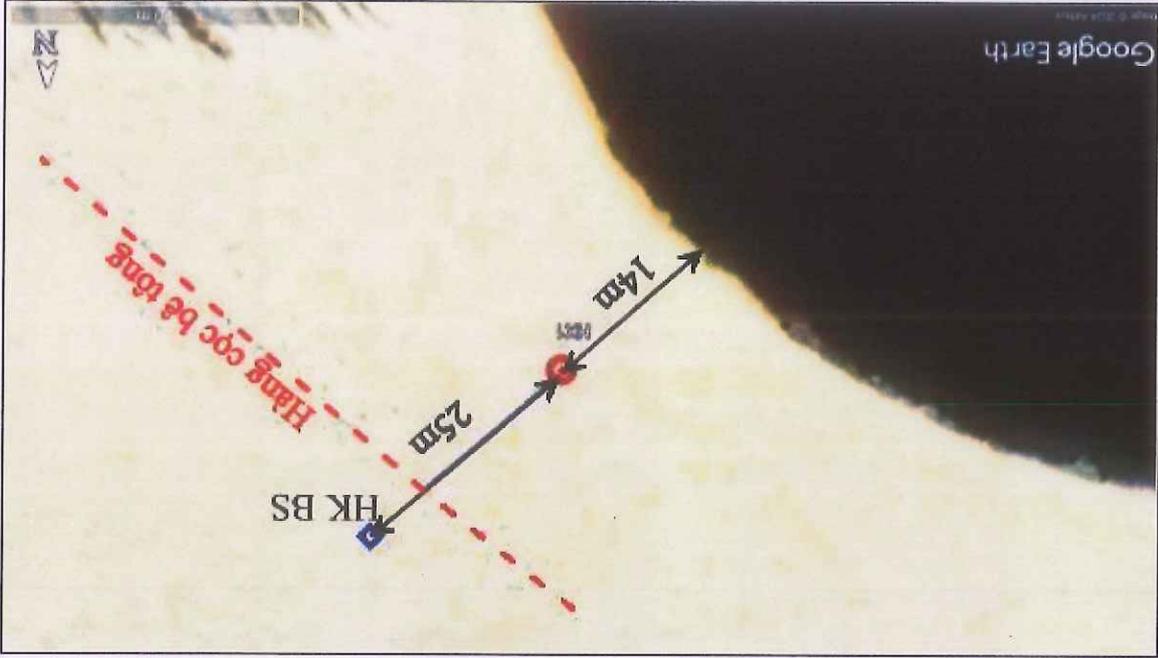
**4.1. Các giải pháp công trình**

**4. CÁC GIẢI PHÁP BẢO VỆ BỜ BẦU TRẢNG**

Vùng nguy cơ sắt lò. Cao chiếm diện tích lớn thứ ba, khoảng 16 ha, chiếm 9,52% diện tích; và 5) Vùng nguy cơ sắt lò rất cao có diện tích nhỏ nhất, chỉ khoảng 4.03 ha, chiếm 2.45 % toàn diện tích khoanh

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sắt lò và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

Hình 4.14. Phạm vi giới hạn hoạt động xe địa hình và du khách



Trong khu vực sắt lỏ bờ Bầu Bà, tiếp tục giới hạn hoạt động các loại xe địa hình và du khách trong phạm vi từ mép bờ hồ ra khoảng cách ít nhất 50 m (Hình 4.14).

+ Giải pháp trước mắt

**Biện pháp quản lý**

- Khu vực ven bờ hồ: trồng cây me gai phía sát mép nước ra bờ ít nhất 4 m phủ toàn bộ diện tích bao tải cát và vài địa kỹ thuật, từ đó làm bê đỡ cho rau muống tiến phủ dần bề mặt đôi cát. Đây là cây tiên phong giúp cố định bề mặt, duy trì độ ẩm trong đất tạo điều kiện cho hệ sinh thái cỏ bàm rễ sinh trưởng che phủ toàn bộ bề mặt.

- Khu vực mép nước (phía dưới bờ hồ): trồng các thực vật hệ sinh thái thủy sinh như sen - súng, bèo bòn, bèo lục bình... Hệ thực vật này giúp giảm sóng vỗ ven bờ, cố định chân đồi làm giảm xói mòn chân đồi từ đó giảm thiểu sắt lỏ.

Các nhóm cây được đề xuất cho mục đích này bao gồm :

+ Mô hình trồng cây kèm theo giải pháp công trình

Trong các khu vực địa hình cao, dốc, đưa nhóm cây lam nghiệp như cây neem, cây keo lai che phủ bề mặt (tuy nhiên hiện nay cây keo lai trên dạng địa hình này đang bị chết khá nhiều mặc dù đã trên 10 năm tuổi, cây con khó sinh trưởng). Khu vực sườn dốc thấp và khu vực có hợp thủy, tiêu đảo (nơi có hồ nước hoặc nước ngầm cao) có thể trồng cây dương, cây keo, keo lai, cây neem... với mật độ khá dày (do tỷ lệ sóng sau 3 năm khá thấp 60%) để khi cây cao sóng ổn định có thể trở thành cây chắn gió và cát bay khá hiệu quả.

Đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sắt lỏ và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng"

2) Nguồn nước Bầu Trảng là tài nguyên quý hiếm, mang tính đặc thù, nhưng cho đến nay vẫn chưa có công trình nào nghiên cứu về nguồn gốc của nguồn nước này, chỉ dừng lại ở mức giả thiết và định tính. Về chất lượng nước cũng chỉ có vài công trình nghiên cứu từ đầu những năm 2000, đến nay đã có nhiều biến đổi. Do vậy, để khai thác, sử dụng và bảo vệ hiệu quả nguồn nước Bầu Trảng, cần sớm triển khai các đề tài này cần có các phương pháp lượng, chất lượng và cân bằng nước Bầu Trảng. Các đề tài này cần có các phương pháp nghiên cứu hiện đại, hiệu quả và để xuất các giải pháp có cơ sở khoa học và thực tiễn cao.

1) Khu vực sắt lò Bầu Bà ngày 03/5/2023 vẫn còn tiềm ẩn nguy cơ sắt lò mức độ rất cao, do đó cần nhanh chóng thực hiện các giải pháp công trình và phi công trình kèm theo cần khu vực này. Về giải pháp công trình, trên cơ sở đề xuất Phương án 1 và Phương án 2, cần khảo sát, thiết kế chi tiết hơn trước khi thi công.

## KIẾN NGHỊ

2) Riêng trong khu vực sắt lò Bầu Bà, khi các giải pháp công trình đã hoàn thành, cũng cần tiếp tục giới hạn hoạt động các loại xe địa hình và du khách trong phạm vi từ mép bờ hồ ra khoảng cách ít nhất 5 m để đảm bảo an toàn và giữ gìn sự phát triển Mô hình trồng cây kèm theo giải pháp công trình.

- Hạn chế xây dựng: giới hạn xây dựng các công trình, nhà ở trong các vùng nguy cơ sắt lò cao; rất cao; nghiên cứu san bằng và hạ thấp bậc địa hình bờ hồ sắt mép nước để kinh doanh hay canh tác.

- Thành lập Ban kiểm tra an toàn: có nhiệm vụ định kỳ kiểm tra các vị trí trong các vùng nguy cơ sắt lò cao - rất cao. Đặc biệt là khu vực sắt lò Bầu Bà vào cuối mùa khô hàng năm.

1) Trong khu vực Bầu Trảng

+ Giải pháp lâu dài

## LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi chân thành cảm ơn các tổ chức sau đây đã nhiệt tình hỗ trợ chúng tôi trong suốt quá trình thực hiện đề tài: "Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bầu Trảng":

- ✦ Phân hiệu Trường Đại học Thủy lợi tại tỉnh Bình Dương.
- ✦ Viện Địa lý tài nguyên TP.HCM.
- ✦ Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Bình Thuận.
- ✦ Liên hiệp Hội Khoa học và Kỹ thuật tỉnh Bình Thuận.
- ✦ Ban Quản lý khu du lịch Bầu Trảng.
- ✦ Công ty Cổ phần Cấp thoát nước tỉnh Bình Thuận.
- ✦ Chi cục Thủy lợi tỉnh Bình Thuận.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### Tài liệu tiếng Việt

1. Nguyễn Cận, Đỗ Văn Quý (2001). "Điều tra hồ Bàu Tràng, lập quy hoạch bảo vệ, khai thác nguồn nước và bảo vệ môi trường bên vùng". Liên đoàn BĐDC miền Nam.
2. Nguyễn Bích Dý (1992). "Nghiên cứu hiện tượng sạt lở đất thị xã Sơn La và biện pháp phòng tránh". Viện Địa chất.
3. Đỗ Minh Đức và nk (2020). "Nghiên cứu dự báo nguy cơ tai biến trượt lở mới độc độc các tuyến giao thông đèo miền núi tỉnh Quảng Nam và đề xuất giải pháp ứng phó". Đề tài Độc lập cấp nhà nước.
4. Đỗ Kim Hoan và nk (2007). "Điều tra tai biến địa chất vùng ven biển Nam Trung Bộ (từ Khánh Hòa đến Bình Thuận)". Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung.
5. Trần Trọng Huệ và nk (2001). "Nghiên cứu danh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các giải pháp phòng tránh". Viện Địa chất.
6. Trần Trọng Huệ và nk (2004). "Nghiên cứu danh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất lãnh thổ Việt Nam và các giải pháp phòng tránh (Giai đoạn II: các tỉnh miền núi phía Bắc)". Đề tài Độc lập cấp Nhà nước.
7. Trần Trọng Huệ và nk (2005). "Nghiên cứu danh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất. Giai đoạn I: Các tỉnh Bắc Trung Bộ. Giai đoạn 2: Các tỉnh miền núi Bắc Bộ". Đề tài Độc lập cấp Nhà nước.
8. Trần Trọng Huệ và nk (2010). "Nghiên cứu danh giá và dự báo chi tiết hiện tượng trượt lở và xây dựng các giải pháp phòng chống cho thị trấn Cốc Pài huyện Xin Mần tỉnh Hà Giang". KC.08.33/06-10. Viện Địa chất.
9. Nguyễn Xuân Huyền (chủ biên) (2019). "Tai biến địa chất khu vực Tây Nguyên". NXB Khoa học tự nhiên và công nghệ, Hà Nội.
10. Nguyễn Văn Lân (2008). "Quan lý, giám sát môi trường khu vực hồ Bàu Tràng xã Hoà Thành, huyện Bắc Bình, tỉnh Bình Thuận". Viện KHTL miền Nam.
11. Phạm Huy Long và nk (1993). "Nghiên cứu kiến tạo, đất gầy, trường ứng suất kiến tạo tỉnh Lâm Đồng". Liên đoàn BĐDC miền Nam.
12. Nguyễn Thành Long (2010). "Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý địa chất danh giá nguy cơ trượt lở đất trên bên vùng kinh tế xã hội khu vực lòng hồ thủy điện Sơn La - Sông Đà, áp dụng trên các vùng Mường Lay, Tủa Chùa, Tuần Giáo, Mường Tè và Sin Hồ". Viện khoa học Địa chất và Khoáng sản.
13. Vũ Cao Minh và nk (1996). "Nghiên cứu dự báo trượt lở, lũ bùn đá, lũ quét ở Lai Châu và các biện pháp phòng chống". Báo cáo tổng kết. Lưu trữ Viện Địa chất.
14. Bùi Trường Sơn và nk (2023). "Nghiên cứu và đề xuất các giải pháp phòng, tránh tai biến địa chất trên địa bàn tỉnh Quảng Bình". Đề tài NCKH cấp tỉnh Quảng Bình.
15. Nguyễn Ngọc Thạch (2002). "Áp dụng viễn thám và hệ thống thông tin địa lý (GIS) để nghiên cứu và dự báo tai biến tự nhiên ở tỉnh Hoà Bình". Đề tài NCKH QG.00.17.
16. Lê Ngọc Thanh và nk (2014). "Nghiên cứu tai biến địa chất nhưng vùng có nguy cơ sạt lở đất, trượt lở đất, lũ quét. Đề xuất các giải pháp phòng tránh, giám sát chi tiết tại địa bàn tỉnh Lâm Đồng". Viện DLTN TP.HCM.
17. Lê Ngọc Thanh và nk (2021). "Nghiên cứu các tai biến địa chất: nứt, sứt đất, trượt lở đất và đề xuất các biện pháp cảnh báo, ngăn ngừa và khắc phục trên địa bàn thành phố Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng". Viện DLTN TP.HCM.

18. Nguyễn Quốc Thành và nk (2015). "Nghiên cứu bổ sung, xây dựng và xuất bản bộ bản đồ thiên tai phần đất liền Việt Nam trên cơ sở kết quả nghiên cứu từ năm 2000 đến nay". Đề tài nhánh thuộc đề tài cấp NN KC 08.28/11-15. Viện Địa chất.
19. Lê Văn Thăng và nk (2019). "Nghiên cứu đề xuất các giải pháp nhằm gìn giữ, tôn tạo và đẹp từ thiên của đời cái bay Mũi Nè góp phần phát triển du lịch Bình Thuận". Viện TNMT – Đại học Huế.
20. Phan Trọng Trinh và nk (2016). "Nghiên cứu hoạt động địa động lực hiện đại khu vực Tây Nguyên phục vụ dự báo các dạng tai biến địa chất ở các vùng đập, hồ chứa và đề xuất các giải pháp phòng tránh". Chương trình Tây Nguyên 3.
21. Vũ Văn Vinh (2004). "Nghiên cứu, dự báo núi đất, trượt lở đất phục vụ cho việc phòng tránh, giảm thiểu thiệt hại, rủi ro do chúng gây ra ở khu vực Gia Nghĩa - Kiên Đức, tỉnh Đắk Nông". Liên đoàn BĐDC miền Nam.
22. Nguyễn Trọng Yêm và nk (2005). "Nghiên cứu xây dựng bản đồ phân vùng tai biến môi trường tự nhiên lãnh thổ Việt Nam". Đề tài cấp NN mã số KC-08-01. Viện Địa chất.
23. Nguyễn Trọng Yêm và nk (2006a). "Báo cáo Nghiên cứu danh giá trượt- lở, lũ quét- lũ bùn đá một số vùng nguy hiểm ở miền núi Bắc Bộ, kiến nghị các giải pháp phòng tránh, giảm nhẹ thiệt hại". Đề tài độc lập cấp Nhà nước.
24. Nguyễn Trọng Yêm và nk (2006b). "Nghiên cứu xây dựng bản đồ tai biến thiên nhiên lãnh thổ Việt Nam tỷ lệ 1:500.000". Đề tài cấp NN mã số KC.08.01. Viện Địa chất.
25. Nguyễn Trọng Yêm và nk (2006c). "Nghiên cứu danh giá trượt - lở, lũ quét - lũ bùn đá một số vùng nguy hiểm miền núi Bắc Bộ. Kiến nghị các giải pháp phòng tránh, giảm nhẹ thiệt hại". Đề tài cấp NN mã số KC.08.01BS. Viện Địa chất.
- Tài liệu tiếng Anh
26. Ahmad Almodayan (2018). "Analytical Hierarchy (AHP) Process Method for Environmental Hazard Mapping for Jeddah City, Saudi Arabia". Journal of Geoscience and Environment Protection.
27. Akgun, A., Dag, s., & Bulut, F. (2007). "Landslide susceptibility mapping for a landslide prone area (Fındıklı NE of Turkey) by likelihood-frequency ratio and weighted linear combination models". Environmental Geology, 54, 1127-1143.
28. Carrara A., Cardinali M., Guzzetti F., Reichenbach p. (1995). "GIS Technology in Mapping Landslide Hazard". In: Carrara, A., & Guzzetti, F. (eds) Geographical Information Systems in Assessing Natural Hazards. Advances in Natural and Technological Hazards Research, vol 5. Springer, Dordrecht.
29. Cruden D.M. (1986). "The geometry of slip surface beneath landslides: predictions from surface measurements: discussion". Canada Geotechnical Journal, 23(1), 94.
30. Guzzetti, F., Carrara, A., Cardinali, M., & Reichenbach, p. (1999). "Landslide hazard evaluation: A review of current techniques and their application in a multi-scale study central Italy". Geomorphology, 31 (1-4), 181-216.
31. Mondal, S., Maiti, R. (2012). "Landslide susceptibility analysis of Shiv-Khola watershed, Darjiling: A remote sensing & GIS based Analytical Hierarchy Process (AHP). Journal of the Indian Society of Remote Sensing", 40, 483-496.