

BÁO CÁO TÓM TẮT

ĐỀ TÀI

NGHIÊN CỨU THỰC TRẠNG SỤT LÚN, NGẬP ÚNG VÀ ĐỀ XUẤT
GIẢI PHÁP THÍCH ỨNG TẠI XÃ ĐẢO HÙNG PHONG,
HUYỆN GIỒNG TRÔM

Cơ quan chủ trì đề tài: Viện Kỹ thuật Biển

Chủ nhiệm đề tài: TS. Lê Văn Tuấn

Cơ quan quản lý đề tài: Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Bến Tre

UBND TỈNH BẾN TRE
SỞ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM
VIỆN KỸ THUẬT BIỂN

BÁO CÁO TÓM TẮT

ĐỀ TÀI

NGHIÊN CỨU THỰC TRẠNG SỤT LÚN, NGẬP ÚNG VÀ ĐỀ XUẤT
GIẢI PHÁP THÍCH ỨNG TẠI XÃ ĐẢO HÙNG PHONG,
HUYỆN GIỒNG TRÔM

Chủ nhiệm đề tài



TS. Lê Văn Tuấn



Phạm Văn Tùng

Bến Tre, năm 2024

MỤC LỤC

MỤC LỤC.....	i
DANH MỤC BẢNG BIỂU	iv
DANH MỤC HÌNH ẢNH.....	v
1. MỞ ĐẦU	1
1.1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI	1
1.2. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU	2
1.3. PHẠM VI VÀ ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU.....	3
1.3.1. Phạm vi nghiên cứu	3
1.3.2. Đối tượng nghiên cứu	4
1.4. CÁCH TIẾP CẬN VÀ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU	4
1.5. SẢN PHẨM ĐẠT ĐƯỢC CỦA ĐỀ TÀI	4
1.6. PHƯƠNG THỨC CHUYỂN GIAO	6
2. TỔNG QUAN KHU VỰC NGHIÊN CỨU.....	9
2.1.1. Vị trí địa lý	9
2.1.2. Đặc điểm địa hình, địa mạo	9
2.1.3. Đặc điểm khí hậu, thủy văn	9
2.1.4. Đặc điểm địa chất và địa chất thủy văn.....	11
2.1.5. Đặc điểm kinh tế - xã hội.....	12
3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ DỮ LIỆU SỬ DỤNG.....	14
3.1. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	14
3.2. DỮ LIỆU SỬ DỤNG	16
3.2.1. Dữ liệu địa hình.....	16
3.2.2. Dữ liệu hiện trạng và quy hoạch công trình thủy lợi	16
3.2.3. Dữ liệu khí tượng và thủy văn	16
3.2.4. Dữ liệu lưu vực, mạng sông và mặt cắt.....	17
4. KẾT QUẢ ĐIỀU TRA VÀ QUAN TRẮC HIỆN TRƯỜNG.....	17
4.1. KẾT QUẢ ĐIỀU TRA HIỆN TRƯỜNG.....	17
4.1.1. Kết quả điều tra xã hội học	17

4.1.2. Hiện trạng ngập úng ở xã đảo Hưng Phong	18
4.1.3. Hiện trạng sụt lún ở xã đảo Hưng Phong	19
4.2. KẾT QUẢ KHẢO SÁT ĐỊA HÌNH, ĐỊA CHẤT	19
4.2.1. Kết quả khảo sát địa hình	19
4.2.2. Kết quả khảo sát địa chất.....	20
4.3. KẾT QUẢ QUAN TRẮC SỤT LÚN VÀ MỨC NƯỚC DƯỚI ĐẤT	20
4.3.1. Kết quả quan trắc lún.....	20
4.3.2. Kết quả quan trắc nước dưới đất.....	21
5. NGUYÊN NHÂN, CƠ CHẾ VÀ CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN SỤT LÚN, NGẬP ÚNG Ở XÃ ĐẢO HƯNG PHONG	22
5.1. NGUYÊN NHÂN, CƠ CHẾ VÀ CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN NGẬP ÚNG	22
5.1.1. Nguyên nhân gây ngập úng	22
5.1.2. Cơ chế gây ngập úng và những yếu tố ảnh hưởng.....	22
5.2. NGUYÊN NHÂN, CƠ CHẾ GÂY SỤT LÚN VÀ CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN SỤT LÚN Ở KHU VỰC NGHIÊN CỨU	23
5.2.1. Nguyên nhân gây sụt lún đất	23
5.2.2. Cơ chế gây sụt lún.....	23
6. ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TOÁN ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ NGẬP ÚNG TRONG ĐIỀU KIỆN HIỆN TRẠNG VÀ CÓ CÔNG TRÌNH	25
7. ỨNG DỤNG MÔ HÌNH NƯỚC DƯỚI ĐẤT ĐỂ ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ SỤT LÚN.....	28
8. GIẢI PHÁP THÍCH ỨNG, GIẢM NHẸ TÁC ĐỘNG DO NGẬP ÚNG VÀ SỤT LÚN Ở CÙ LAO HƯNG PHONG	32
8.1. ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP THÍCH ỨNG, GIẢM NHẸ TÁC ĐỘNG DO NGẬP GÂY RA	32
8.1.2. Giải pháp phi công trình	33
8.1.3. Giải pháp công trình.....	33
8.2. ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP THÍCH ỨNG, GIẢM NHẸ TÁC ĐỘNG DO SỤT	

LÚN GÂY RA	39
8.2.1. Giải pháp phi công trình	40
8.2.2. Giải pháp công trình	41
8.3. ĐỀ XUẤT DANH MỤC GIẢI PHÁP CÔNG TRÌNH VÀ PHI CÔNG TRÌNH	41
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	49
KẾT LUẬN.....	49
KIẾN NGHỊ.....	53

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 3.1. Các phương pháp nghiên cứu chính được sử dụng trong đề tài	14
Bảng 4.1. Thống kê vết ngập hiện tại ở xã đảo Hưng Phong.....	18
Bảng 4.2. Thống kê dấu hiệu thực trạng sụt lún ở xã Hưng Phong đến năm 2023 ..	19
Bảng 4.1. Diện tích phân theo cao độ	20
Bảng 4.2. Tổng hợp của Đề tài về lượng lún quan trắc được trong 01 năm (từ 3/2023-2/2024) tại các mốc ở xã đảo Hưng Phong.....	21
Bảng 4.3. Kết quả quan trắc mực nước dưới đất tại vị trí ĐC 03 sau 01 năm	21
Bảng 5.1. Mức độ ưu tiên nguyên nhân gây ngập ở Hưng Phong.....	22
Bảng 5.2. Chấm điểm mức độ ưu tiên nguyên nhân gây sụt lún ở Hưng Phong	23
Bảng 7.1. Kịch bản nhu cầu sử dụng nước dưới đất cho các ngành ở Hưng Phong (m ³ /ngày).....	29
Bảng 7.1. Tổng hợp của đề tài về lượng lún dự báo dựa trên các kết quả mô hình nước dưới đất (2023 – 2035) tại Hưng Phong	30
Bảng 7.2. Thống kê diện tích lún mặt đất theo vùng lún tại xã đảo Hưng Phong thời kỳ 2023-2035.....	31
Bảng 7.3. Tổng hợp của đề tài về lượng lún dự báo dựa trên các kết quả mô hình nước dưới đất từ năm 2023 – 2045 tại Hưng Phong.....	31
Bảng 7.4. Thống kê diện tích lún mặt đất theo vùng lún tại xã đảo Hưng Phong thời kỳ 2023-2045.....	32
Bảng 8.1. Bảng đề xuất danh mục giải pháp công trình và phi công trình	42

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1.1. Vị trí địa lý của khu vực nghiên cứu.....	3
Hình 1.2. Khung logic của đề tài	4
Hình 2.3. Phân bố lượng mưa trung bình nhiều năm ở xã đảo Hưng Phong	11
Hình 5.1. Mô phỏng về cơ chế gây nên sụt lún đất.....	24
Hình 6.1. Bản đồ ngập trong điều kiện hiện trạng theo tổ hợp năm điển hình (lũ và triều – Hình trái) và tổ hợp cực đoan (triều, lũ, mưa và lún mặt đất) kịch bản RCP8.5 năm 2045 – Hình phải.....	26
Hình 6.1. Bản đồ ngập ứng trong điều kiện có công trình theo tổ hợp năm điển hình ở thời điểm hiện trạng năm 2019	27
Hình 6.2. Bản đồ ngập ứng trong điều kiện có công trình vào năm điển hình (xét lún mặt đất) theo kịch bản RCP8.5 năm 2035 và 2045.....	27
Hình 6.3. Bản đồ ngập điều kiện có công trình theo tổ hợp cực đoan (triều, lũ lớn, mưa tần suất 1%, sụt lún đất) ở kịch bản RCP8.5 năm 2035 và 2045	28
Hình 7.1. Bản đồ nguy cơ và tốc độ lún mặt đất do gia tăng khai thác nước dưới đất ở cù lao Hưng Phong đến năm 2035	30
Hình 7.2. Bản đồ nguy cơ và tốc độ lún mặt đất do gia tăng khai thác nước dưới đất ở cù lao Hưng Phong đến năm 2045	31
Hình 8.1. Sơ đồ tổng thể đề xuất giải pháp thích ứng, giảm nhẹ tác động do ngập ứng gây ra tại xã đảo Hưng Phong.....	33
Hình 8.2. Sơ đồ tổng thể giải pháp công trình giảm nhẹ tác động do ngập ở khu vực nghiên cứu.....	34
Hình 8.3. Phương án bố trí hệ thống đê bao, giai đoạn 2.....	35
Hình 8.4. Mặt cắt ngang kết tuyến đê bao và tuyến đường hiện hữu - phương án 1	35
Hình 8.5. Mặt cắt ngang kết tuyến đê bao và tuyến đường hiện hữu - phương án 2	36
Hình 8.6. Sơ đồ phân cấp hồ điều tiết của khu vực nghiên cứu	36
Hình 8.7. Vị trí hồ điều hòa đề xuất cho khu vực nghiên cứu.....	37
Hình 8.8. Cắt ngang hồ điều hòa đề xuất cho khu vực nghiên cứu	37
Hình 8.9. Phương án sắp xếp chuỗi công trình thoát nước đề xuất cho xã đảo Hưng	

Phong	37
Hình 8.10. Vị trí hồ điều tiết tập trung đề xuất cho khu vực nghiên cứu.....	38
Hình 8.11. Cắt ngang hồ điều tiết đề xuất cho khu vực nghiên cứu	38
Hình 8.12. Sơ đồ hoạt động của hồ điều tiết cấp 2	38
Hình 8.13. Tích trữ nước mưa bằng thùng chứa nước ở khu vực nghiên cứu	39
Hình 8.14. Minh họa mô hình nhà ở thích nghi với ngập úng	39
Hình 8.15. Sơ đồ tổng thể đề xuất giải pháp thích ứng, giảm nhẹ tác động do sụt lún gây ra cho khu vực nghiên cứu	40
Hình 8.16. Phạm vi định hướng nâng cấp cốt nền trong tương lai	41

1. MỞ ĐẦU

1.1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI

Xã Hưng Phong với diện tích 1.277,78 ha, dân số 5.817 người đã được công nhận là xã đảo theo Quyết định số 589/QĐ-TTg thuộc huyện Giồng Trôm, với vị trí bốn mặt giáp sông Hàm Luông cho nên xã Hưng Phong rất nhạy cảm và dễ bị tổn thương trước thiên tai, biến đổi khí hậu (BĐKH) và nước biển dâng (NBD). Trên tinh thần nhiệm vụ và mục tiêu được đặt ra trong Nghị quyết số 120/NQ-CP của Chính phủ về phát triển bền vững Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) thích ứng BĐKH, tỉnh Bến Tre định hướng phát triển phù hợp với điều kiện tự nhiên, sinh thái, bảo vệ môi trường tự nhiên và liên kết vùng nhằm thích ứng BĐKH và phát huy tiềm năng nông nghiệp, thủy sản và tiềm năng về du lịch sinh thái vùng sông nước. Trên cơ sở đó, xã Hưng Phong được chọn là một nghiên cứu điển hình nhằm mục tiêu nâng cao hiệu quả công tác ứng phó BĐKH, NBD và phát triển bền vững. Kế thừa tinh thần và định hướng trên, tỉnh Bến Tre đã ban hành Quyết định số 2460/QĐ-UBND đề án phát triển bền vững (PTBV) thích ứng với BĐKH giai đoạn 2021 – 2030 cho xã Hưng Phong, trong đó đề án được gắn với Quy hoạch tỉnh Bến Tre giai đoạn 2021 – 2030 tầm nhìn đến năm 2050, nghiên cứu đánh giá hiện trạng và đề xuất giải pháp thích ứng ngập, sụt lún và sạt lở là các nhiệm vụ được ưu tiên hàng đầu nếu Hưng Phong muốn đạt được mục tiêu PTBV.

Tuy nhiên, công tác triển khai thực hiện Đề án sẽ gặp thách thức trước những tác động của thiên tai, BĐKH, NBD đang ảnh hưởng ngày càng lớn và sâu rộng đến mọi mặt hoạt động kinh tế - xã hội (KT-XH). Các vấn đề ngập do triều cường, xâm nhập mặn, sạt lở đã tác động lớn đến xã đảo này, ngập úng do mưa lớn, mưa cực đoan ngày càng trầm trọng hơn, sự sụt lún được ghi nhận tốc độ nhanh hơn tốc độ gia tăng mực nước sông Hàm Luông trong hai thập kỷ qua. Những vấn đề trên đang và sẽ làm cho cuộc sống của người dân nơi đây ngày càng rơi vào khó khăn.

Tình trạng ngập úng tại Hưng Phong hiện nay diễn biến rất phức tạp, gây thiệt hại lớn về kinh tế - xã hội, sự sụt lún đang âm thầm diễn biến, được nhận thấy qua tình trạng ngập úng do mưa và triều cường nghiêm trọng hơn, kể cả trong mùa khô, đang trực tiếp đe dọa sự PTBV cho xã đảo Hưng Phong. Tình trạng gia tăng liên tục mực nước trên sông Hàm Luông, triều cường liên tục vượt đỉnh cùng với những trận

mưa có vũ lượng lớn sẽ xuất hiện ngày càng thường xuyên hơn ở Hưng Phong với mức rủi ro thiên tai cấp cao hơn, trong khi cơ sở hạ tầng ở đây chưa được đầu tư bài bản và vẫn chưa đủ khả năng đáp ứng với tình trạng ngập úng như hiện nay. Các sự kiện mưa lớn, triều cường đang có xu thế cực đoan hơn nữa, bất thường hơn nữa do tác động của BĐKH và NBD. Đồng thời tình trạng sụt lún sẽ âm thầm khiến xã đảo này chìm dần dưới mực nước biển, mặc dù chưa có số liệu công bố cụ thể cho Hưng Phong, nhưng thiên tai này đã được thừa nhận là một trong những vấn đề nội tại ở ĐBSCL phải giải quyết nếu muốn phát triển bền vững trong tương lai, do đó, xã Hưng Phong không nằm ngoài sự tác động và rủi ro do sụt lún gây ra.

Xâm nhập mặn, sạt lở, khô hạn, nắng nóng nói chung và ngập úng, sụt lún nói riêng đã, đang và sẽ gây ra nhiều thiệt hại, diễn biến ngày càng phức tạp, không theo quy luật như trước, tần suất tăng lên và cường độ mạnh hơn rõ rệt, đặc biệt là thực tế xã Hưng Phong là một cù lao nổi trên sông, nên sự tổn thương đối với người dân và sự tác động đến KT-XH là rất lớn. Vì vậy, xã Hưng Phong phải xem xét để đưa ra các giải pháp xử lý bên cạnh giải pháp cứng là hệ thống đê bao, công cần có các giải pháp mềm để ứng phó và thích ứng với những diễn biến bất lợi do ngập úng và sụt lún gây nên.

Trước tình hình nêu trên, việc thực hiện đề tài **“Nghiên cứu thực trạng trạng sụt lún, ngập úng và đề xuất giải pháp thích ứng tại xã đảo Hưng Phong, huyện Giồng Trôm”** là cần thiết và cấp bách trong bối cảnh BĐKH, NBD ngày càng gia tăng trên toàn lãnh thổ Việt Nam nói chung và xã Hưng Phong nói riêng. Đề tài cũng sẽ góp phần triển khai Đề án PTBV thích ứng với BĐKH giai đoạn 2021 – 2030.

1.2. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

Mục tiêu tổng quát: Đánh giá được hiện trạng sụt lún, ngập úng và đề xuất được giải pháp thích ứng, giảm nhẹ tại xã đảo Hưng Phong góp phần ổn định dân cư, thúc đẩy phát triển KT-XH và du lịch trong điều kiện BĐKH - NBD.

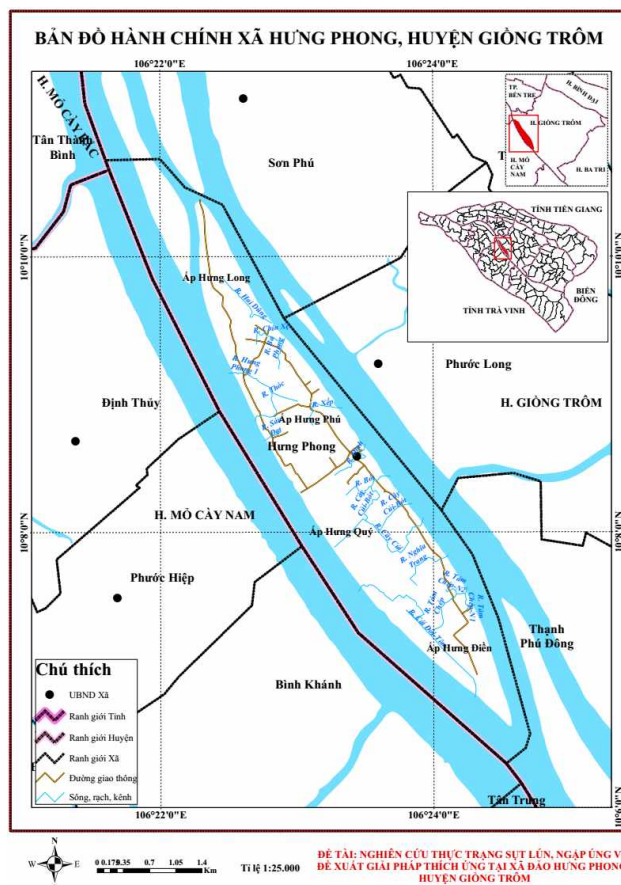
Mục tiêu cụ thể:

- Xác định được hiện trạng sụt lún và ngập tại xã đảo Hưng Phong;
- Xây dựng được các bản đồ cảnh báo sụt lún và ngập tại các khu vực điển hình trên đảo trong điều kiện xây dựng công trình hạ tầng, khai thác nước ngầm, do mưa và triều gây ra ở kịch bản điển hình và cực đoan;

- Đề xuất giải pháp thích ứng, giảm nhẹ phục vụ quá trình phát triển KT-XH đến 2035 tầm nhìn đến năm 2045 trong điều kiện BĐKH - NBD, khai thác thượng nguồn.

1.3. PHẠM VI VÀ ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

1.3.1. Phạm vi nghiên cứu



Hình 1.1. Vị trí địa lý của khu vực nghiên cứu

Xã Hưng Phong có vị trí địa lý nằm trên sông Hàm Luông, thuộc tỉnh Bến Tre, là vị trí hạ nguồn hệ thống sông Mê Công hay cụ thể là sông Tiền khi chảy vào Việt Nam. Đây là một hệ thống hồ chịu tác động của bốn yếu tố thủy văn chính bao gồm dòng chảy thượng nguồn, triều Biển Đông, mưa địa phương và hệ thống rạch nội đồng. Do đó, để đánh giá một cách đầy đủ, khi nghiên cứu phải xét trên phạm vi tổng thể, kết nối là hệ thống sông, kênh, rạch tỉnh Bến Tre có liên quan và kết nối với các rạch nội đồng ở xã Hưng Phong. Hai yếu tố thủy văn trong hệ thống sông, kênh, rạch (nguồn nước mặt) là: (1) Dòng chảy thượng nguồn (tức là biên thượng lưu) tính đến trạm Mỹ Thuận trên sông Tiền; (2) Triều Biển Đông (tức biên hạ lưu), sẽ chi phối đến đánh giá ngập úng ở Hưng Phong.

Trong khi đó, các yếu tố là chế độ mực nước sông Hàm Luông, cấu tạo địa chất, địa chất thủy văn ở các tầng dưới đất, sẽ chi phối đến đánh giá mực nước dưới đất (NDD) ở Hưng Phong, đồng thời dự báo nguy cơ sụt lún do khai thác NDD dựa trên các giá trị hệ số nhả nước đàn hồi, chiều dày mỗi lớp và độ hạ thấp chiều cao cột áp.

1.3.2. Đối tượng nghiên cứu

Như mục tiêu đề cập ở trên, đối tượng nghiên cứu của đề tài là (1) Các yếu tố tự nhiên liên quan đến đất đai, thổ nhưỡng, địa chất, địa chất thủy văn, địa hình, khí hậu (nhiệt độ, độ ẩm) và thủy văn (mực nước, lưu lượng); (2) Các yếu tố kinh tế - xã hội như con người, sử dụng đất, quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội và các vấn đề khai thác như nước mặt, NDD và (3) Hai loại hình thiên tai chính mà đề tài nghiên cứu đó là ngập úng và sụt lún.

1.4. CÁCH TIẾP CẬN VÀ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Để đạt được mục tiêu, cùng các nội dung nghiên cứu trên và phương pháp thực hiện, đề tài có khung logic như sau:



Hình 1.2. Khung logic của đề tài

Nhằm hoàn thành các nội dung thì đề tài tiếp cận theo các hướng sau: (1) Toàn diện, hệ thống, thực tiễn và tổng hợp; (2). Từ thực nghiệm; (3). Tích hợp thông tin (ảnh viễn thám, bản đồ số và công nghệ GIS); (4). Kế thừa có chọn lọc kinh nghiệm, tri thức, cơ sở dữ liệu đã có liên quan đến báo cáo và tiếp thu công nghệ.

1.5. SẢN PHẨM ĐẠT ĐƯỢC CỦA ĐỀ TÀI

Các sản phẩm đạt được của đề tài bao gồm:

STT	Tên sản phẩm	Kết quả
1	Bộ số liệu, tài liệu thu thập và kết quả điều tra khảo sát, địa chất, địa hình; kết quả quan trắc nước dưới đất và sụt lún.	Đạt được như dự kiến
2	Báo cáo phân tích, đánh giá hiện trạng ngập, sụt lún và nguyên nhân, cơ chế.	Báo cáo (dạng mềm và dạng giấy) kèm theo phụ lục.
3	Báo cáo tính toán mô phỏng bằng mô hình toán chế độ mực nước, dòng chảy và ngập khu vực nghiên cứu trong điều kiện hiện trạng do mưa và triều	Báo cáo (dạng mềm và dạng giấy) kèm theo phụ lục.
4	Báo cáo tính toán mô phỏng bằng mô hình toán chế độ mực nước, dòng chảy và ngập khu vực nghiên cứu khi đã xây dựng tuyến đê bao hoàn chỉnh tương ứng với các kịch bản tính toán do mưa và triều	Báo cáo (dạng mềm và dạng giấy) kèm theo phụ lục.
5	Báo cáo tính toán mô phỏng bằng mô hình quá trình sụt lún khu vực nghiên cứu	Báo cáo (dạng mềm và dạng giấy) kèm theo phụ lục.
6	Báo cáo kết quả dự báo ngập, sụt lún khu vực nghiên cứu đến năm 2035 và 2045	Báo cáo (dạng mềm và dạng giấy) kèm theo phụ lục.
7	Báo cáo đề xuất giải pháp thích ứng, giảm thiểu do sụt lún và ngập ở khu vực xã đảo Hưng Phong	Báo cáo (dạng mềm và dạng giấy).
8	Tập bản đồ Atlas sụt lún, ngập hiện trạng và theo mốc thời gian năm 2035 và 2045	File mềm và File số bản đồ lưu trên USB, file giấy
9	Bảng đề xuất danh mục giải pháp công trình và phi công trình	File mềm lưu trên USB và File giấy
Dạng III: Bài báo, Sách chuyên khảo và các sản phẩm khác		
1	02 bài báo: Bài 01: “ <i>Đánh giá tác động của ngập đến cù lao Hưng Phong dưới ảnh hưởng của nước biển dâng</i> ”. Tác giả: Lê Văn Tuấn, Hồ Công Toàn, Nguyễn Đàm Quốc Huy, Nguyễn Thị Kim Thảo, Nguyễn Thị Thạch Thảo, Trần Thị Chúc Linh.	Tạp chí Khoa học và Công nghệ thủy lợi, Số 81, 2023, 35-45, ISSN: 1859-4255.
	Bài 02: <i>Phân tích diễn biến ngập úng theo không gian và thời gian ở cù lao Hưng Phong, tỉnh Bến Tre dựa trên ảnh viễn thám Sentinel-1</i> Tác giả: Nguyễn Đàm Quốc Huy, Lê Văn Tuấn, Hồ Công Toàn.	Tạp chí Khoa học và Công nghệ thủy lợi, Số 82, 2024, 76-87, ISSN: 1859-4255.
2	Hỗ trợ đào tạo 01 sinh viên Đại học Trần Thị Quỳnh Như (MSSV: 19210044) đã bảo vệ (tháng 7/2023)	+ Tên luận văn: “ <i>Phân tích đánh giá biến thiên độ mặn và các yếu tố vật lý trên sông Tiền, tỉnh Bến Tre</i> ”;

STT	Tên sản phẩm	Kết quả
		+ Chuyên ngành Hải dương học (có Giấy xác nhận kèm theo)

1.6. PHƯƠNG THỨC CHUYỂN GIAO

STT	Tên sản phẩm	Phương thức chuyển giao	Đơn vị thụ hưởng
1	Bộ số liệu, tài liệu thu thập; và kết quả điều tra khảo sát, địa chất, địa hình.	Chuyển giao toàn bộ sản phẩm: bao gồm bộ số liệu, tài liệu; kết quả điều tra XHH, khảo sát địa chất, địa hình.	+ Sở Khoa học và Công nghệ; + Sở Tài nguyên và Môi trường; + Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; + Ban QLDA Đầu tư Xây dựng các công trình NN&PTNT; + UBND huyện Giồng Trôm; + UBND xã Hưng Phong;
	04 mốc: bao gồm 01 hồ chuẩn, 02 hồ quan trắc lún và 01 hồ quan trắc NĐĐ	Chuyên giao đầy đủ 04 mốc có văn bản thanh lý tài sản sử dụng nguồn ngân sách Nhà nước với Sở Khoa học và Công nghệ	+ UBND huyện Giồng Trôm; + UBND xã Hưng Phong; UBND cấp xã, huyện có trách nhiệm quản lý, bảo vệ tài sản và đề phục vụ quan trắc phòng chống thiên tai của địa phương khi có yêu cầu.
2	Báo cáo phân tích, đánh giá hiện trạng ngập, sụt lún và nguyên nhân, cơ chế.	Chuyển giao đầy đủ Báo cáo (dạng mềm và dạng giấy) kèm theo phụ lục.	+ Sở Khoa học và Công nghệ; + Sở Tài nguyên và Môi trường; + Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; + UBND huyện Giồng Trôm; + UBND xã Hưng Phong.
3	Báo cáo tính toán mô phỏng bằng mô hình toán chế độ mực nước, dòng chảy và ngập khu vực nghiên cứu trong điều	+ Chuyển giao đầy đủ Báo cáo (dạng mềm và dạng giấy) kèm theo phụ lục và bản đồ (file mềm).	+ Sở Khoa học và Công nghệ; + Sở Tài nguyên và Môi trường;

STT	Tên sản phẩm	Phương thức chuyển giao	Đơn vị thụ hưởng
	kiện hiện trạng do mưa và triều	+ Kèm hỗ trợ cập nhật, mô phỏng khi có sự thay đổi trong điều kiện thực tế ở địa phương.	+ Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; + Ban QLDA Đầu tư Xây dựng các công trình NN&PTNT.
4	Báo cáo tính toán mô phỏng bằng mô hình toán chế độ mực nước, dòng chảy và ngập khu vực nghiên cứu khi đã xây dựng tuyến đê bao hoàn chỉnh tương ứng với các kịch bản tính toán do mưa và triều	+ Chuyển giao đầy đủ Báo cáo (dạng mềm và dạng giấy) kèm theo phụ lục và bản đồ (file mềm). + Kèm hỗ trợ cập nhật, mô phỏng khi có sự thay đổi trong điều kiện thực tế ở địa phương.	+ Sở Khoa học và Công nghệ; + Sở Tài nguyên và Môi trường; + Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; + Ban QLDA Đầu tư Xây dựng các công trình NN&PTNT.
5	Báo cáo tính toán mô phỏng bằng mô hình quá trình sụt lún khu vực nghiên cứu	+ Chuyển giao đầy đủ Báo cáo (dạng mềm và dạng giấy) kèm theo phụ lục và bản đồ (file mềm). + Kèm hỗ trợ cập nhật, mô phỏng khi có sự thay đổi trong điều kiện thực tế ở tương lai (như: nhu cầu khai thác, sử dụng nước gia tăng, ứng phó thiên tai) ở địa phương.	+ Sở Khoa học và Công nghệ; + Sở Tài nguyên và Môi trường; + Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; + Ban QLDA Đầu tư Xây dựng các công trình NN&PTNT.
6	Báo cáo kết quả dự báo ngập, sụt lún khu vực nghiên cứu đến năm 2035 và 2045	+ Chuyển giao đầy đủ Báo cáo (dạng mềm và dạng giấy) kèm theo phụ lục và bản đồ (file mềm).	+ Sở Khoa học và Công nghệ; + Sở Tài nguyên và Môi trường; + Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; + Ban QLDA Đầu tư Xây dựng các công trình NN&PTNT.
7	Báo cáo đề xuất giải pháp thích ứng, giảm thiểu do sụt lún và ngập ở khu vực xã đảo Hưng Phong	Báo cáo (dạng mềm và dạng giấy).	+ Sở Khoa học và Công nghệ; + Sở Tài nguyên và Môi trường; + Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn;

STT	Tên sản phẩm	Phương thức chuyển giao	Đơn vị thụ hưởng
			+ Ban QLDA Đầu tư Xây dựng các công trình NN&PTNT; + UBND huyện Giồng Trôm; + UBND xã Hưng Phong.
8	Tập bản đồ Atlas sụt lún, ngập hiện trạng và theo mốc thời gian năm 2035 và 2045	Chuyển giao đầy đủ kèm hướng dẫn: + File mềm và File số bản đồ lưu trên USB, + File hướng dẫn cài đặt và sử dụng phần mềm.	+ Sở Khoa học và Công nghệ; + Sở Tài nguyên và Môi trường; + Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; + Ban QLDA Đầu tư Xây dựng các công trình PTNT.
		+ File mềm và File số bản đồ lưu trên USB; + File hướng dẫn cài đặt và sử dụng phần mềm; + Bản đồ dạng giấy.	+ UBND huyện Giồng Trôm; + UBND xã Hưng Phong.
9	Bảng đề xuất danh mục giải pháp công trình và phi công trình	File mềm lưu trên USB và File giấy	+ Sở Khoa học và Công nghệ; + Sở Tài nguyên và Môi trường; + Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; + Ban QLDA Đầu tư Xây dựng các công trình NN&PTNT; + UBND huyện Giồng Trôm; + UBND xã Hưng Phong.
10	Báo cáo Tổng kết và Báo cáo Tóm tắt	File mềm lưu trên USB và File giấy	+ Sở Khoa học và Công nghệ; + Sở Tài nguyên và Môi trường; + Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; + Ban QLDA Đầu tư Xây dựng các công trình NN&PTNT;

STT	Tên sản phẩm	Phương thức chuyển giao	Đơn vị thụ hưởng
			+ UBND huyện Giồng Trôm; + UBND xã Hưng Phong.

2. TỔNG QUAN KHU VỰC NGHIÊN CỨU

2.1.1. Vị trí địa lý

Khu vực nghiên cứu (KVNC) là xã đảo Hưng Phong nằm trên sông Hàm Luông, thuộc huyện Giồng Trôm, là một trong hai xã đảo của tỉnh Bến Tre. KVNC được Thủ tướng Chính phủ công nhận xã đảo năm 2021, xã đặc biệt khó khăn vùng bãi ngang, ven biển và hải đảo giai đoạn 2016-2020. Diện tích tự nhiên (DTTN) là 1.277,78ha, trong đó diện tích đất nông nghiệp 622,94ha. Vị trí xã cách trung tâm huyện khoảng 22km và cách trung tâm thành phố Bến Tre khoảng 15km.

2.1.2. Đặc điểm địa hình, địa mạo

KVNC là một cù lao hình thành trên sông Hàm Luông, cho nên địa hình thường là vùng đất thấp. Do gần biển nên Hưng Phong chịu ảnh hưởng của thủy triều Biển Đông, bị biến đổi do tác động của chế độ thủy triều, lòng sông vùng này ổn định hơn so với các cù lao trong vùng lũ. Cao độ mặt đất tự nhiên khá bằng phẳng, thay đổi từ +0,5 m đến +2,5 m, chủ yếu là 0,5 – 2,0 m (chiếm 938,05 ha), cao độ địa hình 1,0 – 2,0 m chiếm phần lớn DTTN ở xã Hưng Phong (chiếm 786,61 ha, khoảng 61,56% DTTN).

KVNC thuộc tỉnh Bến Tre, nằm trong vùng ĐBSCL – vùng châu thổ được hình thành từ khoảng 8.000 năm trước với sự chi phối của yếu tố đất ngập nước ở cuối lưu vực sông lớn. Địa mạo chính ở KVNC mang đặc điểm là bãi bồi trù phú, nhưng thường thay đổi, chưa cố định. Đây vừa là những vùng sinh thái, vừa là khu vực nông nghiệp màu mỡ. Bên cạnh đó, KVNC còn mang đặc điểm địa mạo của lưu vực lũ vùng đồng bằng châu thổ với hoạt động bồi đắp phù sa từ sông hàng năm vào mùa lũ.

2.1.3. Đặc điểm khí hậu, thủy văn

2.1.3.1 Đặc điểm khí hậu

Tỉnh Bến Tre nói chung và KVNC nói riêng mang những đặc điểm chung của

khí hậu Nam Bộ với chế độ khí hậu gió mùa cận xích đạo, có nền nhiệt độ cao quanh năm, lượng mưa lớn phân bố theo mùa. Trong năm có hai mùa rõ rệt, mùa khô từ tháng 12 đến tháng 4, mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 11.

- **Nhiệt độ:** Nhiệt độ trung bình qua các năm: 27°C; nhiệt độ cao nhất ở mùa nắng năm 2000: $T_{\max} = 34,9^{\circ}\text{C}$; nhiệt độ cao nhất đã xảy ra trong tháng 5 năm 2016: $T_{\max} = 36^{\circ}\text{C}$.

- **Chế độ gió:** KVNC có gió theo chế độ gió mùa, các hướng gió chủ yếu như sau: Gió Đông và Đông Nam vào mùa khô, gió Tây và Tây Nam vào mùa mưa, kèm theo giông lốc mạnh với vận tốc gió lên đến cấp 7-8. Tốc độ gió trung bình trong khu vực khoảng 1,8m/s. Tốc độ gió lớn tại đây rất hiếm và thường chỉ gặp trong các cơn bão và dông. Tốc độ gió lớn nhất quan trắc là 24 m/s.

- **Bão và áp thấp nhiệt đới:** Tỉnh Bến Tre nói chung và KVNC nói riêng nằm ngoài vùng chịu ảnh hưởng chính của bão, tuy nhiên vào cuối mùa mưa thường bị ảnh hưởng bởi áp thấp nhiệt đới. Trong những năm gần đây, tình hình khí tượng diễn biến phức tạp, Bến Tre cũng chịu nhiều thiệt hại đáng kể của ngập lũ, bão lốc, đặc biệt là chịu ảnh hưởng của bão Pakhar tháng 03/2012 và bão Haiyan tháng 8/2013.

2.1.3.2 Đặc điểm thủy văn

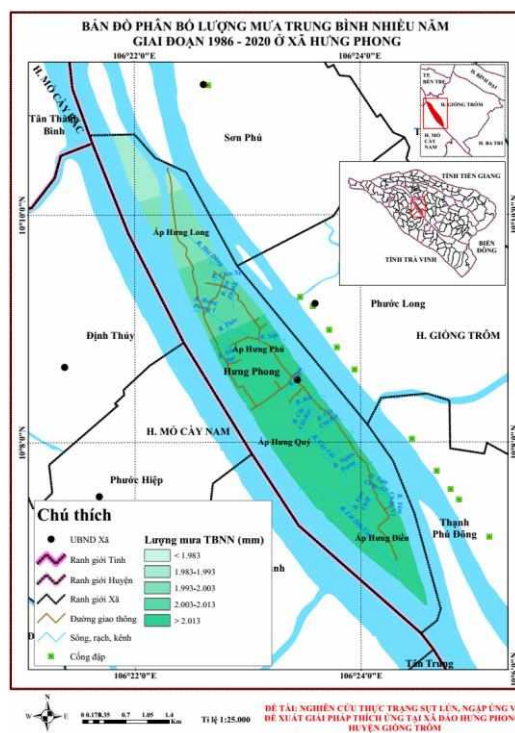
Toàn bộ các rạch nội đồng trong KVNC đều chịu ảnh hưởng trực tiếp và mạnh mẽ của chế độ bán nhật triều biển Đông thông qua sông Hàm Luông. Trong tháng có 2 chu kỳ triều là triều cường và triều kém

Nước mặt qua địa phận KVNC được cung cấp bởi nước ngọt từ sông Hàm Luông. Dòng chảy sông Hàm Luông qua KVNC không đơn thuần do nước từ thượng nguồn đổ về, mà còn do thủy triều Biển Đông theo cửa sông Hàm Luông vào, tạo nên dòng chảy phức tạp qua KVNC.

2.1.3.3 Đặc điểm phân bố lượng mưa

Phân tích lượng mưa theo tài liệu quan trắc cho 03 trạm lân cận (Mỹ Tho, Ba Tri, Càng Long giai đoạn 1986 – 2020) KVNC cho thấy, lượng mưa Hưng Phong có sự thay đổi theo không gian địa lý (xem Hình 2.3). Trên địa bàn KVNC giảm dần từ Tây Bắc xuống Đông Nam. Phía Đông Nam và trung tâm (với áp Hưng Điền, Hưng Quý và một phần áp Hưng Phú, lượng mưa TBNN cao hơn 2.013 mm, áp Hưng Phú có lượng mưa TBNN khoảng 2.003 – 2.013 mm) có lượng mưa TBNN cao hơn so

với phía Tây Bắc (ấp Hưng Long và một phần ấp Hưng Phú có lượng mưa TBNN khoảng 1.983 – 2.003 mm). Nhìn chung, phân bố lượng mưa không đều theo không gian.



Hình 2.3. Phân bố lượng mưa trung bình nhiều năm ở xã đảo Hưng Phong

2.1.3.4 Ảnh hưởng của lũ thượng nguồn đến khu vực nghiên cứu

Những nghiên cứu gần đây của các đề tài cấp nhà nước từ Bộ Khoa học và Công nghệ đã chỉ ra xu thế thay đổi dòng chảy đến Tân Châu, Châu Đốc là rất bất lợi đến ĐBSCL và ảnh hưởng đến KVNC qua Mỹ Thuận. Lũ liên tục thấp từ 2003 đến 2010 và 2012 đến nay. Từ năm 2000 đến năm 2019, lũ đầu nguồn ĐBSCL tại Tân Châu và Châu Đốc đều có xu thế giảm đi, trong khi đó dòng chảy về đến Mỹ Thuận ảnh hưởng trực tiếp đến KVNC lại có xu thế tăng lên. Giải thích cho điều trên là sự thu hẹp không gian chứa lũ ở vùng Tứ giác Long Xuyên và Đồng Tháp Mười cộng thêm tác động mạnh hơn triều cường từ Biển Đông. Điều này sẽ tác động lên tình trạng ngập lũ ở xã Hưng Phong không xảy ra, tuy nhiên, tình trạng ngập úng do triều cường lại tăng lên và mức độ, cường độ sẽ gia tăng trong tương lai.

2.1.4. Đặc điểm địa chất và địa chất thủy văn

2.1.4.1 Điều kiện địa chất

KVNC nằm trong ĐBSCL, nền đất được thành tạo do quá trình bồi lắng của trầm tích sông biển hỗn hợp gồm các hạt cát, hạt sét màu xám, xám đen, ... Các lớp

đất nằm gần như bình hàng trong khu vực nên nhìn chung tương đối đồng nhất về địa tầng và thạch học đất đá, nền địa chất yếu, gây khó khăn cho việc xây dựng, phát triển và làm hạ tầng giao thông.

2.1.4.2 Điều kiện địa chất thủy văn

- Theo Báo cáo "*Phân chia địa tầng N-Q và nghiên cứu cấu trúc địa chất đồng bằng Nam Bộ tỷ lệ 1:500.000*", các tiêu chí để phân vùng địa chất thủy văn (ĐCTV) cho biết, tỉnh Bến Tre nằm trong miền ĐCTV trũng Cửu Long (III) và thuộc vùng ĐCTV Trà Vinh-Bến Tre (III.2), với sự tồn tại của 7 tầng chứa nước (TCN) lỗ hổng. Đây cũng là đặc điểm ĐCTV của KVNC. Các TCN lỗ hổng từ trên xuống dưới là: Holocen (qh), Pleistocen trên (qp₃), Pleistocen giữa-trên (qp₂₋₃), Pleistocen dưới (qp₁), Pliocen giữa (n₂²), Pliocen dưới (n₂¹) và Miocen trên (n₁³).

2.1.5. Đặc điểm kinh tế - xã hội

KVNC có 4 ấp và bị chia cắt với đất liền bởi nhánh sông Hàm Luông. Hiện tại xã có 66 tổ NDTQ, 1.524 hộ và khoảng 6.000 người, dân số tương đối đồng trong khi diện tích đất canh tác ít, kinh tế chủ yếu là sản xuất nông nghiệp, cây trồng chủ lực là cây dừa, vì vậy xã có tỷ lệ hộ nghèo tương đối cao, chiếm khoảng 16,34%.

2.1.5.1 Hiện trạng kinh tế - xã hội

a. Sản xuất nông – lâm – ngư nghiệp: Đến năm 2022, lĩnh vực nông nghiệp của xã Hưng Phong đã có những chuyển biến tích cực. Trồng trọt: diện tích dừa là 608ha, trong đó diện tích cho trái 608ha. Diện tích cây ăn trái trồng xen trong vườn dừa 89,84 ha tăng 1,76 ha so cùng kỳ; Chăn nuôi: đàn heo hiện có 6.200 con, đạt 103,33%; gia cầm 25.120/25.000 con, đạt 100,48%; Diện tích nuôi trồng thủy sản là 245,7 ha, trong đó 13,46 ha nuôi trồng thâm canh, còn lại nuôi quảng canh.

b. Sản xuất công nghiệp – tiểu thủ công nghiệp: Đến năm 2022, xã có 01 làng nghề đan giỏ cọng dừa, 07 tổ hợp tác hoạt động ổn định, có 05 cơ sở sản xuất thủ công mỹ nghệ, 05 cơ sở than thiêu kết, 01 chi nhánh công ty sản xuất than thiêu kết, 56 cơ sở sản xuất thạch dừa, 02 cơ sở thu mua thạch dừa thô và 02 cơ sở sản xuất chế biến sản phẩm từ thạch dừa.

c. Thương mại – dịch vụ: có bước phát triển nhưng còn nhỏ lẻ, du lịch bước đầu khởi động một số ý tưởng do một số đơn vị, hộ gia đình thực hiện theo chủ trương

chung của địa phương. Xã có 1 chợ, hơn 70 hộ mua bán và 54 hộ kinh doanh, mua bán tạp hóa nhỏ lẻ. Xã có 01 bến phà chính (Hung Phong - Phước Long) và 03 bến đò ngang (ở ấp 1, 2, 4); ngoài ra còn có 365 phương tiện ghe buôn bán.

d. Hiện trạng sử dụng đất ở Hung Phong chủ yếu là đất nông nghiệp chiếm phần lớn diện tích, phục vụ trồng cây lâu năm (như dừa, cây có múi) và đất phi nông nghiệp. Đất phi nông nghiệp phục vụ cho mục đích là nhà ở, chợ, trường học, trụ sở uỷ ban và đường giao thông

e. Xây dựng nông thôn mới: Ban quản lý (BQL) xã xây dựng kế hoạch thực hiện bám vào 19 tiêu chí nông thôn mới (NTM) và đề xuất đăng ký của các ấp; Rà soát đánh giá thực trạng từng tiêu chí NTM. Xây dựng kế hoạch thực hiện và phân công từng thành viên BQL, từng ngành, đoàn thể theo dõi hỗ trợ phụ trách tiêu chí; Xã xây dựng NTM theo bộ tiêu chí mới đạt 8/19 tiêu chí.

2.1.5.2 Định hướng phát triển kinh tế - xã hội đến năm 2030

a Nông – lâm – ngư nghiệp: Chuyển dịch sản xuất nông nghiệp theo hướng nông nghiệp có hiệu quả kinh tế cao, an toàn vệ sinh, dịch bệnh; theo hướng công nghiệp hoá – hiện đại hoá.

b. Sản xuất công nghiệp – tiểu thủ công nghiệp: Khai thác và phát huy triệt để các yếu tố nội lực, đất đai, nguồn nhân lực và cơ sở hạ tầng hiện có, vận dụng chính sách ưu tiên phát triển KT-XH.

c. Thương mại – dịch vụ: Ưu tiên phát triển dịch vụ buôn bán nhỏ lẻ. Đầu tư, nâng cấp chợ hướng tới đẩy mạnh phát triển du lịch sinh thái.

d. Quy hoạch sử dụng đất thời kỳ 2025-2030, tầm nhìn đến năm 2050

Sau năm 2025 và tầm nhìn đến năm 2050, ở Hung Phong sử dụng đất sẽ thay đổi với đất nông nghiệp và đất nuôi trồng thủy sản giảm đi và đất cho mục đích giao thông, nhà ở sẽ tăng lên nhằm đảm bảo mục tiêu Nông thôn mới và PTBV. Xã sẽ có tuyên đề bao chống ngập, ngăn mặn, triều cường và trữ ngọt kết hợp đường giao thông, đường cứu nạn cứu hộ khi có thiên tai.

e. Xây dựng nông thôn mới: Xây dựng xã đạt chuẩn nông thôn mới vào năm 2024. Trong đó các mục tiêu chính cần đạt sau: Cơ cấu chuyển dịch theo hướng tăng dần tỷ trọng công nghiệp – xây dựng, thương mại – dịch vụ, giảm dần tỷ trọng nông nghiệp.

f. Môi trường:

- **Chất lượng nước mặt:** Nước mặt trên sông Hàm Luông (chảy qua xã Hưng Phong) và nước mặt kênh nội đồng (kênh nhánh trong xã Hưng Phong nối sông Hàm Luông) là hai thủy vực tiêu biểu mà người dân ở xã Hưng Phong lấy nước từ các nguồn này phục vụ cho mục đích sinh hoạt hoặc tưới tiêu, nuôi thủy sản hoặc chăn nuôi.

+ Đối với nguồn nước sông Hàm Luông vẫn chưa đảm bảo cho mục đích sinh hoạt, phù hợp cho bảo tồn động vật thủy sinh và tưới tiêu. Nồng độ Fe trong nước mặt rất cao, đây là vấn đề cần xử lý triệt để trước khi sử dụng cho mục đích sinh hoạt.

+ Nước ở kênh nội đồng cần lưu ý phải áp dụng các biện pháp xử lý phù hợp để làm giảm nồng độ chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học, tổng chất rắn lơ lửng và NH_4^+ vì các chỉ tiêu này chưa phù hợp so với QCVN 08: 2008/BTNMT – Cột A2. Chất lượng nước mặt ở khu vực này là phù hợp cho bảo tồn động vật thủy sinh và tưới tiêu.

- **Chất lượng nước dưới đất:** Các chỉ tiêu chất lượng NĐĐ ở xã Hưng Phong gần như đều vượt QCVN 09-MT:2015/BTNMT, ngoại trừ pH và SO_4^{2-} là đạt QCVN. Nhìn chung, chất lượng nước dưới đất trên địa bàn xã không nên sử dụng trực tiếp cho mục đích sinh hoạt. Bên cạnh đó, hàm lượng Cl^- trong nước dưới đất rất cao, chứng tỏ có sự nhiễm mặn nước dưới đất.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ DỮ LIỆU SỬ DỤNG

3.1. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Để thực hiện những nội dung nghiên cứu, sản phẩm và mục tiêu của đề tài, các phương pháp và kỹ thuật như Bảng 3.1 dưới đây.

Bảng 3.1. Các phương pháp nghiên cứu chính được sử dụng trong đề tài

Stt	Nội dung nghiên cứu	Phương pháp nghiên cứu
1	Điều tra hiện trường; thu thập, tổng hợp các tài liệu cơ bản; khảo sát tài liệu địa chất, địa hình và quan trắc sụt lún, nước dưới đất	+ Phương pháp thu thập, thống kê và tổng hợp tài liệu; + Phương pháp điều tra, khảo sát thực địa (địa hình, địa chất); + Phương pháp bản đồ và công nghệ GIS.
2	Nghiên cứu, đánh giá quá trình ngập, sụt lún	+ Phương pháp thu thập, thống kê và tổng hợp tài liệu; + Phương pháp bản đồ và công nghệ GIS.
3	Nghiên cứu áp dụng mô hình toán để	+ Phương pháp thu thập, thống

Stt	Nội dung nghiên cứu	Phương pháp nghiên cứu
	đánh giá nguy cơ ngập ở khu vực nghiên cứu trong điều kiện hiện trạng và có công trình	kê và tổng hợp tài liệu; + Phương pháp mô hình hoá; + Phương pháp bản đồ và công nghệ GIS.
4	Nghiên cứu áp dụng mô hình nước dưới đất để đánh giá nguy cơ sụt lún ở khu vực nghiên cứu	+ Phương pháp thu thập, thống kê và tổng hợp tài liệu; + Phương pháp mô hình hoá; + Phương pháp tính lún cố kết; + Phương pháp bản đồ và công nghệ GIS.
5	Đánh giá nguyên nhân, cơ chế gây ngập, sụt lún và những yếu tố ảnh hưởng	+ Phương pháp thu thập, thống kê và tổng hợp tài liệu; + Phương pháp hội thảo và chuyên gia.
6	Đề xuất giải pháp thích ứng, giảm nhẹ tác động do ngập, sụt lún gây ra	+ Phương pháp thu thập, thống kê và tổng hợp tài liệu; + Phương pháp hội thảo và chuyên gia.
7	Xây dựng bản đồ Atlas ngập, sụt lún hiện trạng và dự báo đến năm 2045	+ Phương pháp thu thập, thống kê và tổng hợp tài liệu; + Phương pháp bản đồ và công nghệ GIS.

Cụ thể là (i) Phương pháp thu thập, thống kê và tổng hợp dữ liệu, tài liệu: thu thập, tổng hợp tài liệu; điều tra xã hội học, thống kê toán – lý và xử lý dữ liệu (kiểm nghiệm và phân tích xu thế biến đổi chuỗi dữ liệu, kiểm định lượng sai khác giữa chuỗi số liệu tính toán và thực đo với các hệ số Bias, độ lệch quân phương (RMSD), chỉ số Nash-Sutcliffe và hệ số (R^2)). (ii) Phương pháp điều tra thực địa, khảo sát đo đạc: khảo sát, đo đạc bổ sung mới tài liệu địa hình, địa chất; quan trắc sụt lún và NĐĐ với chu kỳ 3 tháng/1 lần (cho quan trắc sụt lún) và 1 tháng/ 1 lần (cho quan trắc NĐĐ). (iii) Phương pháp mô hình toán thủy văn, thủy lực, ngập (bộ mô hình MIKE 11, MIKE 21, MIKE FLOOD) và mô hình toán NĐĐ MODFLOW. (iv) Kết quả đầu ra của mô hình MODFLOW sẽ là đầu vào cho tính lún cố kết của Riley (1969) để dự báo sụt lún cho khai thác NĐĐ ở tầng nông. (v) Phương pháp chồng chập, xây dựng bản đồ và công nghệ GIS: áp dụng cho các nội dung liên quan đến lập bản đồ bản đồ ngập úng, sụt lún hiện trạng, dự báo đến 2035 và 2045; Chồng chập và tính toán chênh lệch địa hình ở các mốc thời gian quá khứ (2016) – hiện tại (2023) nhằm cho thấy sự chênh lệch cao độ sau một giai đoạn; Xây dựng và quản lý cơ sở dữ liệu để cung cấp số liệu cho nghiên cứu trong quá trình thực hiện đề tài và chuyển giao kết

quả. (vi) Phương pháp hội thảo và chuyên gia: thường được sử dụng trong các đề tài nghiên cứu, sau khi đã có được những kết quả, sản phẩm nhất định thì đơn vị nghiên cứu sẽ tổ chức hội thảo với sự tham gia của các chuyên gia là những nhà khoa học, nhà quản lý ở địa phương để lắng nghe, tiếp thu và chỉnh sửa sản phẩm tốt nhất, tiếp cận với thực trạng và quy hoạch mới nhất ở khu vực nghiên cứu.

3.2. DỮ LIỆU SỬ DỤNG

3.2.1. Dữ liệu địa hình

Dữ liệu địa hình: thể hiện các yếu tố mạng lưới sông suối, mặt cắt ngang lòng sông, cao độ nền của KVNC. Những dữ liệu trên được mã hóa và lưu trữ dưới dạng số (tọa độ, độ cao, các số liệu thuộc tính). Dữ liệu địa hình bao gồm: (i) Dữ liệu DEM (nguồn MONRE, 2016, độ phân giải 10 m); (ii) Dữ liệu địa hình đo đạc tháng 3/2023 (của đề tài này, tỉ lệ 1/10.000); (iii) Dữ liệu địa hình ven sông Hàm Luông và khu vực xây dựng tuyến đê bao, cống đã thực hiện từ 2020 trở lại đây thuộc dự án “*Xây dựng tuyến đê bao chống ngập, kiểm soát mặn, trữ ngọt kết hợp đường giao thông xã Hưng Phong, huyện Giồng Trôm, tỉnh Bến Tre*”.

3.2.2. Dữ liệu hiện trạng và quy hoạch công trình thủy lợi

Hiện trạng đến năm 2022, ở Hưng Phong chưa có bất cứ công trình thủy lợi nào được xây dựng, hiện trạng sông, rạch tự nhiên gần như được giữ nguyên do đó KVNC thường xuyên bị ngập do triều, mưa. Tuy nhiên, bắt đầu từ năm 2023, hệ thống thủy lợi với đê bao, cống hộp và cống dưới đê đang được xây dựng theo Đề án phát triển bền vững xã Hưng Phong và do Ban QLDA ĐT XD các công trình NN & PTNT làm chủ đầu và đây là cơ sở đầu vào quan trọng cho mô hình toán ngập úng.

3.2.3. Dữ liệu khí tượng và thủy văn

+ Chuỗi số liệu khí tượng (bốc hơi, lượng mưa) theo ngày giai đoạn 2015 – 2020 tại các trạm đo mưa và khí tượng vùng ĐBSCL (như: Cần Thơ, Mộc Hoá, Châu Đốc, Bạc Liêu, Rạch Giá và Cà Mau).

+ Chuỗi số liệu thủy văn (mực nước) đặc trưng giai đoạn 1990 – 2020 tại các trạm thủy văn tỉnh Bến Tre và lân cận KVNC gồm: Chợ Lách, Mỹ Hoá, Bến Trại.

+ Chuỗi số liệu thủy văn (mực nước và lưu lượng) theo giờ các năm 2011, 2017, 2019 tại các trạm thủy văn và đo mực nước ở tỉnh Bến Tre và vùng ĐBSCL, thượng nguồn trạm Tân Châu, Châu Đốc đến trung tâm là trạm Mỹ Thuận, Cần Thơ ra đến

biển là các trạm Chợ Lách, Mỹ Hoà, Vàm Kênh, An Thuận, Bến Trại, Bình Đại, Mỹ Thanh, Gành Hào, Sông Đốc, Xẻo Rô và Rạch Giá.

3.2.4. Dữ liệu lưu vực, mạng sông và mặt cắt

Lưu vực của mô hình MIKE NAM hay công cụ mưa – dòng chảy (MIKE 11 RR) sử dụng bản đồ địa hình dạng DEM được đăng ký hệ tọa độ UTM WGS 84 múi 48 tương ứng với vị trí của sông. Trong đó tỉnh Bến Tre và KVNC nằm trong tiểu lưu vực BT1 và BT2. Dữ liệu mạng sông làm đầu vào cho mô hình thủy lực 1D ở tỉnh Bến Tre và KVNC là dữ liệu được thu phóng từ mạng sông vùng ĐBSCL với hơn khoảng 800 mặt cắt và 46 sông, kênh, rạch.

4. KẾT QUẢ ĐIỀU TRA VÀ QUAN TRẮC HIỆN TRƯỜNG

4.1. KẾT QUẢ ĐIỀU TRA HIỆN TRƯỜNG

4.1.1. Kết quả điều tra xã hội học

Trong thời gian từ ngày 15/3/2023 đến ngày 19/3/2023, đề tài đã thu thập 63 phiếu điều tra, trong đó có 10 phiếu là cán bộ địa phương và 53 phiếu là hộ dân trên xã Hưng Phong, chiếm khoảng 3,5% số hộ dân trên địa bàn xã (1.524 hộ dân). Kết quả thống kê từ phiếu điều tra cho biết: (i) Nguồn nước sử dụng chủ yếu là nước mặt (nước sông, rạch; nước mưa); (ii) Mục đích sử dụng nguồn nước mặt chủ yếu là cho dân sinh: sinh hoạt, đời sống (chiếm 62%/63 phiếu), cho nông nghiệp (chiếm 35%/63 phiếu) và cho sản xuất chiếm 3%/63 phiếu; (iii) Mục đích sử dụng NĐĐ là cho sinh hoạt, đời sống vào mùa khô, mặn (chiếm 20,6% hộ đã từng sử dụng NĐĐ theo điều tra, nhưng đều đã ngưng khai thác từ sau năm 2020).

Ngoài ra phiếu điều tra còn cho biết: (1) Nguyên nhân gây ngập chính yếu ở KVNC là triều cường (tỉ lệ tất cả hộ dân điều tra đều bị ảnh hưởng), ngoài ra còn do mưa lớn (khoảng 14,7% hộ dân điều tra bị ảnh hưởng); sụt lún đất (khoảng 2,7% hộ dân điều tra bị ảnh hưởng) nguyên nhân khác như: lũ thượng nguồn, BĐKH-NBD, chuyển đổi sử dụng đất (khoảng 2,7% hộ dân điều tra bị ảnh hưởng). (2) Nguyên nhân gây sụt lún được nhân dân và cán bộ ở xã Hưng Phong chỉ ra là: hoạt động xây dựng công trình và tải trọng giao thông vận tải (chiếm tỉ lệ 23,8%/ tổng hộ dân điều tra); hay do hoạt động kiến tạo trên nền đồng bằng và nền đất yếu. đang cố kết (tỉ lệ 68,3%/tổng hộ dân điều tra); nguyên nhân khác chiếm khoảng 12,7%/ tổng hộ dân điều tra.

4.1.2. Hiện trạng ngập úng ở xã đảo Hưng Phong

Khi điều tra hiện trường tháng 3/2023, đề tài đã ghi nhận thực trạng và dấu vết đã qua do ngập úng nghiêm trọng ở KVNC với những vết ngập khoảng 30 – 60 cm ở các điểm công cộng, tại nhiều nhà dân ghi nhận vết ngập từ 60 cm đến 90 cm.

Bảng 4.1. Thông kê vết ngập hiện tại ở xã đảo Hưng Phong

STT	Vị trí lưu lại vết ngập	Toạ độ		Vết ngập quá khứ (cm)
1	Chợ Hưng Phong (ven nhánh sông Hàm Luông)	10°8'33" N	106°23'35" E	45
2	Trường Tiểu Học Hưng Phong	10°8'0,28" N	106°23'57,5" E	40
3	Vết ngập còn lưu lại trong nhà một hộ dân ở Ấp Hưng Quý	10°8'35" N	106°22'54" E	60-65
4	Vết ngập lưu lại trên tường nhà dân ở ấp Hưng Phú	10°8'37" N	106°22'56" E	38
5	Vết ngập khu nhà ở của Công ty Gò Đằng (ấp Hưng Long)	10°10'19,99" N	106°22'24,93" E	20
6	Vết ngập hiện nhà một hộ dân ở ấp Hưng Phú			50
7	Vết ngập lưu lại trên tường nhà dân ở ấp Hưng Phú	10°8'19,68" N	106°23'8,16" E	60
8	Vết ngập trên tường một nhà dân khác ở ấp Hưng Phú	10°8'35,52" N	106°22'54,84" E	50
9	Vết ngập trên lò làm than dứa của hộ dân ở ấp Hưng Phú			40
10	Vết ngập lưu lại ở một nhà dân khác ở ấp Hưng Phú	10°8'57" N	106°23'14" E	80
11	Vết ngập ở một hộ dân của ấp Hưng Long	10°8'59,64" N	106°23'10,68" E	90
12	Vết ngập lưu lại ở một nhà dân khác ở ấp Hưng Phú	10°8'49,56" N	106°23'13,2" E	70
13	Vết ngập lưu lại sau những đợt ngập tại móng nhà dân ở ấp Hưng Điền	10°6'33,96" N	106°24'40,05" E	40
14	Vết ngập nhà dân ven sông Hàm Luông - ấp Hưng Điền	10°6'32,63" N	106°24'39,75" E	50
15	Vết ngập lưu lại ở thêm nhà dân, ngay sát bờ sông Hàm Luông	10°6'33,40" N	106°24'40,60" E	30

4.1.3. Hiện trạng sụt lún ở xã đảo Hưng Phong

Bên cạnh đó, ở Hưng Phong đã ghi nhận các dấu hiệu sụt lún đang diễn ra ngay trong nhà dân lẫn ven các tuyến đường giao thông: tại một số hộ dân ghi nhận dấu hiệu lún với mức độ 1 – 5 cm (trong khoảng 10 năm trở lại đây), nhiều chỗ lún gây ra trũng thấp dẫn đến ngập hoàn toàn (lún khoảng 30 cm so với mặt nền hiện trạng), ven đường giao thông là từ 1,0 cm đến 7,0 cm.

Bảng 4.2. Thống kê dấu hiệu thực trạng sụt lún ở xã Hưng Phong đến năm 2023

STT	Vị trí lưu lại vết ngập	Toạ độ		Mức lún (cm)
1	Một vết lún tại khu nhà ở của Công ty Gò Đàng (ấp Hưng Long): trong hơn 05 năm trở lại đây	10°10'19,99" N	106°22'24,93" E	5,0
2	Dấu hiệu lún ngay trong nhà bếp của dân ở ấp Hưng Phú: trong khoảng 10 năm trở lại đây	10°8'35" N	106°22'54" E	10,0
	Dấu hiệu lún và ngập ở vườn nhà dân ở ấp Hưng Phú.	10°8'36" N	106°22'54" E	30,0
3	Dấu hiệu lún ở phòng tiếp khách của hộ dân ấp Hưng Phú Gây vết nứt nền nhà	10°8'36" N	106°22'55" E	1,0
4	Dấu hiệu lún nền đất ven đường giao thông ở ấp Hưng Phú, ghi nhận dấu hiệu ở mốc lộ giới	10°8'19,68" N	106°23'7,80" E	7,0
5	Dấu hiệu lún ven đường giao thông xã Hưng Phong (ấp Hưng Phú)	10°8'18,77" N	106°23'8,55" E	
6	Dấu hiệu lún, hư hại đường giao thông	10,1499° N	106,3863° E	
7	Sụt lún và hư hại đường giao thông xã ở ấp Hưng Điền	10°7'51,24" N	106°24'3,60" E	1,0 cm

4.2. KẾT QUẢ KHẢO SÁT ĐỊA HÌNH, ĐỊA CHẤT

4.2.1. Kết quả khảo sát địa hình

Kết quả khảo sát địa hình tháng 3/2023 ghi nhận, địa hình của KVNC có cao độ tương đối thấp và địa hình bằng phẳng, chủ yếu là 0,5 – 2,0 m (chiếm 938,05 ha), cao

độ địa hình 1,0 – 2,0 m chiếm phần lớn DTTN ở xã Hưng Phong (chiếm 786,61 ha, khoảng 61,56% DTTN). Địa hình thấp dưới 0 m là sông, ven sông, rạch, ao NTTS là -4,3 m đến -0,5 m. Toàn KVNC là nhà dân xen kẽ các vườn dừa. Phía Tây Bắc là khu nuôi trồng thủy sản: vùng tôm, ao cá.

Bảng 4.1. Diện tích phân theo cao độ

STT	Địa hình	Diện tích (ha)	Tỉ lệ (%)
1	<0	186,10	14,56
2	0-0,36	83,59	6,54
3	0,36 : 0,50	95,72	7,49
4	0,50 : 1,00	55,72	4,36
5	1,00 : 1,25	298,10	23,33
6	1,25 : 1,50	304,68	23,84
7	1,50 : 2,00	183,83	14,39
8	2,00 : 4,00	70,04	5,48
		DTTN (ha)	
Tổng		1.277,78	

4.2.2. Kết quả khảo sát địa chất

Từ các kết quả khảo sát địa chất ở tầng Holocen (độ sâu 20 – 40 m) do đề tài khảo sát tháng 3/2023 cho biết, nền đất ở Hưng Phong được thành tạo do quá trình bồi lắng của trầm tích sông biển hỗn hợp, các lớp đất nằm gần như bình hàng trong khu vực nên nhìn chung tương đối đồng nhất về địa tầng và thạch học đất đá, nền địa chất yếu, gây khó khăn cho việc xây dựng, phát triển và làm hạ tầng giao thông. Cụ thể là nền đất nội đồng được cấu tạo bởi: 04 lớp đất chính, lớp san lấp và 01 thấu kính. (1) Đất san lấp có chiều dày từ 0,3m đến 1,0m; (2) lớp đất bùn sét rất dẻo xen kẹp cát, lẫn ít hữu cơ, màu xám nâu, xám đen trạng thái chảy - dẻo chảy nằm dưới lớp đất san lấp, chiều dày của lớp từ 26,0 m đến 31,2 m; (3) lớp đất cát lẫn bụi, đôi chỗ lẫn ít sét màu xám nâu, xám đen, kết cấu chặt vừa nằm ở độ sâu từ 27 m đến 32,3 m và bề dày từ 3 – 5 m; (4) lớp đất bùn sét ít dẻo lẫn cát màu xám nâu, xám đen, trạng thái dẻo mềm - dẻo cứng nằm ở độ sâu từ 26,8 m đến 37,0 m và bề dày là 5,0 – 8,5 m; (5) lớp đất cát lẫn bụi, sét màu xám đen, nâu vàng, nâu đỏ, kết cấu chặt vừa nằm ở độ sâu từ 32,5 m đến 40 m, bề dày thay đổi từ 1,0 m đến 3,7 m.

4.3. KẾT QUẢ QUAN TRẮC SỤT LÚN VÀ MỨC NƯỚC DƯỚI ĐẤT

4.3.1. Kết quả quan trắc lún

Các dữ liệu quan trắc lún mặt và lún sâu (tại vị trí ĐC 02 và ĐC 04) đã ghi nhận

được độ lún 1,37 cm (ĐC 02) – 9,53 cm (ĐC 04), trung bình là 4,26 cm; độ lún sâu là 2,12 – 6,40 cm trong 01 năm. Theo đó, tốc độ sụt lún trung bình là 0,012 cm/ngày, lớn nhất là 0,026 cm/ngày. Đây mới chỉ là kết quả trong 01 năm quan trắc và mang tính cục bộ nhiều hơn (với 02 vị trí/1.277,78 ha), nhưng không làm tệ đi thực trạng sụt lún ở xã đảo Hưng Phong và tình hình chung của vùng ĐBSCL là đang hạ thấp cao trình do nhiều nguyên nhân tự nhiên lẫn nhân tạo.

Bảng 4.2. Tổng hợp của Đề tài về lượng lún quan trắc được trong 01 năm (từ 3/2023-2/2024) tại các mốc ở xã đảo Hưng Phong

Các điểm chuẩn quan trắc	Độ lún tích lũy (cm) trong 01 năm			Tốc độ sụt lún (cm/ngày)		
	Số điểm	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình	Lớn nhất	Nhỏ nhất
2	9,53	1,37	4,26	0,026	0,004	0,012

4.3.2. Kết quả quan trắc nước dưới đất

Trong thời gian 01 năm quan trắc đã ghi nhận mực NĐĐ dao động trong khoảng -1,77 m đến -1,904 m, trong mùa mưa mực NĐĐ cao hơn (trung bình là -1,842 m) so với mực NĐĐ trong mùa khô (trung bình là -1,90 m) do được bổ cập từ nguồn nước mặt dồi dào do mưa và sông thông qua hệ số thấm, sự trao đổi nước mặt ở tầng Holocen. Các giá trị mực NĐĐ quan trắc vẫn ở giới hạn cho phép, rất ổn định về mực NĐĐ và chưa phải đưa ra cảnh báo vì khai thác quá mức. Và sự tương đồng với kết quả điều tra hiện trường của đề tài ghi nhận, từ sau năm 2020, KVNC không có hoạt động khai thác NĐĐ để phục vụ sinh hoạt, KT-XH. Do đó, khi nghiên cứu nguyên nhân thì khai thác NĐĐ không phải là nguyên nhân gây sụt lún ở KVNC.

Bảng 4.3. Kết quả quan trắc mực nước dưới đất tại vị trí ĐC 03 sau 01 năm

Kỳ quan trắc	Ngày quan trắc	Thời gian đo	Tích lũy (Ngày)	Cao độ đỉnh ống (m)	Chiều sâu từ đỉnh ống (m)	Cao độ nước ngâm (m)
Kỳ 01	3/29/2023	11h00	0	2,346	3,950	-1,404
Kỳ 02	4/29/2023	11h00	31	2,346	4,120	-1,774
Kỳ 03	5/31/2023	11h00	61	2,346	4,250	-1,904
Kỳ 04	6/29/2023	11h00	92	2,346	4,160	-1,814
Kỳ 05	7/31/2023	11h00	122	2,346	4,120	-1,774
Kỳ 06	8/29/2023	11h00	153	2,346	4,160	-1,784
Kỳ 07	30/9/2023	11h00	184	2,346	4,220	-1,874
Kỳ 08	31/10/2023	11h00	214	2,346	4,240	-1,894
Kỳ 09	30/11/2023	11h00	245	2,346	4,200	-1,854
Kỳ 10	30/12/2023	11h00	275	2,346	4,250	-1,904
Kỳ 11	29/01/2024	11h00	245	2,346	4,310	-1,964

Kỳ quan trắc	Ngày quan trắc	Thời gian đo	Tích lũy (Ngày)	Cao độ đỉnh ống (m)	Chiều sâu từ đỉnh ống (m)	Cao độ nước ngầm (m)
Kỳ 12	29/02/2024	11h00	275	2,346	4,300	-1,954

5. NGUYÊN NHÂN, CƠ CHẾ VÀ CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN SỤT LÚN, NGẬP ÚNG Ở XÃ ĐẢO HUNG PHONG

5.1. NGUYÊN NHÂN, CƠ CHẾ VÀ CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN NGẬP ÚNG

5.1.1. Nguyên nhân gây ngập úng

Dựa trên kết quả điều tra thực tế của đề tài tháng 3/2023 (**mục 3.3/chương 3** và **sản phẩm 1-2**) kết hợp với thông tin thực tế và nghiên cứu khác trên thế giới như Minderhoud và Essink (2019) và Việt Nam, đề tài xác định 04 nguyên nhân gây ngập nghiêm trọng ở Hưng Phong: **i)** do triều cường; **ii)** do mưa lớn; **iii)** do sụt lún nền đất; **(iv)** Nguyên nhân khác: lũ thượng nguồn, BĐKH, NBD; chuyển đổi cơ cấu sử dụng đất (chi tiết như Bảng 5.1).

Bảng 5.1. Mức độ ưu tiên nguyên nhân gây ngập ở Hưng Phong

STT	Nguyên nhân gây ngập úng	Mức độ ưu tiên
1	Do Triều	1
2	Do Mưa	2
3	Do Sụt lún	3
4	Nguyên nhân khác	4

5.1.2. Cơ chế gây ngập úng và những yếu tố ảnh hưởng

Ngập là kết quả của việc có khối lượng nước đến (do mưa lớn tại chỗ hoặc nước từ nơi khác đến), vượt quá khả năng thấm thấu của đất và khả năng tiêu thoát nước của các con sông và các vùng ven biển. Nguồn cung cấp nước cho các trận ngập có thể do lũ, mưa lớn, triều cường, nước dâng. Địa hình, hệ thống thủy văn và tính chất bề mặt sẽ liên quan tới khả năng thoát nước. Thường những khu vực đồng bằng ven biển là nơi thường xuyên bị ngập úng bởi triều cường lên cao tràn vào nội đồng, mưa lớn gây ngập do địa hình bằng phẳng và nhiều khu vực trũng thấp. Thông thường, nước mưa hay nước sông trong nội đồng bằng được đất hấp thụ và hòa vào các mạch nước ngầm ở TCN bên dưới bề mặt đất độ ẩm đất, tuy nhiên do nội đồng bằng bị ngập liên tục do triều cường và mùa mưa kéo dài, chính điều này dẫn đến mặt đất bão hòa không còn khả năng thấm nước. Khi mặt đất không còn khả năng thấm nước sẽ sinh ra dòng chảy tràn trên bề mặt, nhưng đường xá, nhà cửa, công trình hạ tầng và ô nhiễm môi trường đã làm cho bề mặt đệm và tuyến rút nước bị thu hẹp. Từ đó ngập

úng diễn ra liên tục trong suốt mùa mưa, không chỉ vậy, triều cường và lũ thượng nguồn đã giúp mực nước sông lên cao hơn so với mực nước ở kênh, rạch và như thế nước chảy tràn bị ùn ứ, chảy ngược vào lại nội đồng bằng. Như vậy, có thể chia cơ chế gây ngập ở KVNC ra thành ba loại như sau: **(i)** Cơ chế ngập úng do triều cường; **(ii)** Cơ chế ngập úng do mưa; **(iii)** Cơ chế tổng hợp.

Những yếu tố ảnh hưởng đến ngập ở xã đảo Hưng Phong có thể kể đến là vị trí địa lý, thành tạo địa chất và cao độ địa hình. Bên cạnh đó là sự tác động của sụt lún đất, BĐKH-NBD và phát triển kinh tế, thay đổi cơ cấu sử dụng đất do con người đã khiến ngập úng trở nên trầm trọng hơn.

5.2. NGUYÊN NHÂN, CƠ CHẾ GÂY SỤT LÚN VÀ CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN SỤT LÚN Ở KHU VỰC NGHIÊN CỨU

5.2.1. Nguyên nhân gây sụt lún đất

Xã đảo Hưng Phong là một bộ phận của ĐBSCL, nguyên nhân gây sụt lún đất ở Hưng Phong sẽ đi cùng với các nguyên nhân ở đồng bằng. Các nghiên cứu của nhiều tác giả trên thế giới và Việt Nam đã chỉ ra rằng, hiện tượng sụt lún đang diễn ra ở ĐBSCL do nhiều nguyên nhân trong đó có yếu tố tự nhiên và con người. Từ đó xác định các nguyên nhân gây sụt lún ở Hưng Phong như sau: **(i)** Nội sinh: sự tự co kết của các lớp trầm tích trẻ, đang nén lại; **(ii)** Ngoại sinh: sự gia tăng tải trọng từ phát triển dân cư, cơ sở hạ tầng và giao thông vận tải trên nền đất tự nhiên đang nén lại; **(iii)** Nguyên nhân khác: sự thay đổi phù sa do khai thác thượng nguồn.

Bảng 5.2. Chấm điểm mức độ ưu tiên nguyên nhân gây sụt lún ở Hưng Phong

STT	Nguyên nhân sụt lún	Mức độ ưu tiên
1	<i>Nội sinh</i> : Sự tự co kết của các lớp trầm tích trẻ, đang nén lại	1
2	<i>Ngoại sinh</i> : Hoạt động xây dựng công trình và giao thông vận tải	2
3	<i>Nguyên nhân khác</i> : Sự thay đổi phù sa do khai thác thượng nguồn	3

5.2.2. Cơ chế gây sụt lún

KVNC đang lún dần (so với mực nước biển) trong đó tác động tổng hợp từ việc nén co kể tự nhiên, gia tăng tải trọng trên nền đất yếu, suy giảm bồi tụ trầm tích. Dựa trên những nguyên nhân trên đã xác định cơ chế gây ra sự sụt lún tại xã đảo Hưng Phong (như Hình 5.1) là: Sự co kết trầm tích Holocen tăng nông bởi chất tải trầm tích tự nhiên và gia tăng chất tải của con người.



Hình 5.1. Mô phỏng về cơ chế gây nên sụt lún đất

Sụt lún đất có thể gia tăng bởi các hoạt động của con người – chúng làm tăng tải trọng vật lý hoặc thay đổi tình hình ĐCTV. Nén trầm tích và phù sa mới trong mùa lũ là một quy trình tự nhiên chủ yếu được bù đắp hàng năm thông qua bổ sung trầm tích mới, mặc dù đất liên tục được nén song cũng không tạo nên những thay đổi lớn về độ cao bề mặt. Nén trầm tích và phù sa diễn ra từ tầng mặt tới tầng nông và xuống tới tầng sâu, trong đó nén tầng nông diễn ra nhanh, khi lớp đất bị nén không được bổ sung lớp trầm tích mới do phù sa suy giảm, các công trình thủy lợi đã ngăn cản phù sa trải đều trên vùng rộng lớn sẽ dẫn sụt lún đất, phần dưới bề mặt nông của những vùng đất đồng bằng như KVNC bao gồm: các trầm tích bờ rời mềm, được lắng đọng gần đây trong quá trình hình thành thời kỳ Holocene.

Để các trầm tích cố kết, nước lỗ rỗng bị mắc kẹt trong khoảng trống giữa các hạt mịn trầm tích cần thoát ra ngoài. Tuy nhiên, đặc biệt là ở các trầm tích hạt mịn, có độ thấm thấu thấp, trọng lượng của lớp phủ bên trên có thể tăng nhanh hơn áp lực nước lỗ rỗng có thể tiêu tan, tạo ra độ trễ thời gian trong phản ứng cố kết của trầm tích. Sự nén chặt tự nhiên của lớp dưới bề mặt đất dẫn đến giảm thể tích được biểu thị bằng sự sụt lún của bề mặt đồng bằng. Đây là cơ chế chính gây ra sụt lún đất ở xã đảo Hưng Phong với nhiều hệ quả nghiêm trọng, như giảm khả năng ngăn nước sông tràn vào nội đồng, ngập úng thường xuyên hơn.

5.2.2.2 Những yếu tố ảnh hưởng đến sụt lún

Sụt lún đất ở xã đảo Hưng Phong bị ảnh hưởng bởi chuyển đổi cơ cấu sử dụng đất, dân cư hoá và hệ thống quản trị ở địa phương: Các khu vực có sự xáo trộn giữa canh tác nông nghiệp và đô thị thường có mức độ sụt lún cao hơn nhóm đất ít được sử dụng cho canh tác. Sự phát triển kèm theo đó là sức tải trọng tăng lên theo nhu cầu nhà ở và khai thác du lịch; bên cạnh đó, các TCN ở Hưng Phong là một hệ thống

chung với TCN của cả ĐSBCL, mà Hưng Phong sẽ nằm trong vùng ảnh hưởng do sự hạ thấp mực NĐĐ. Các chính sách, quyết định của địa phương sẽ đóng vai trò cực kỳ quan trọng trong việc thích ứng và giảm nhẹ mức độ sụt lún hiện nay ở Hưng Phong. Mà hiện tại, xã đảo Hưng Phong là địa phương đầu tiên có Đề án phát triển bền vững, trong đó có nghiên cứu đánh giá tình hình sụt lún và đề xuất giải pháp.

6. ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TOÁN ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ NGẬP ÚNG TRONG ĐIỀU KIỆN HIỆN TRẠNG VÀ CÓ CÔNG TRÌNH

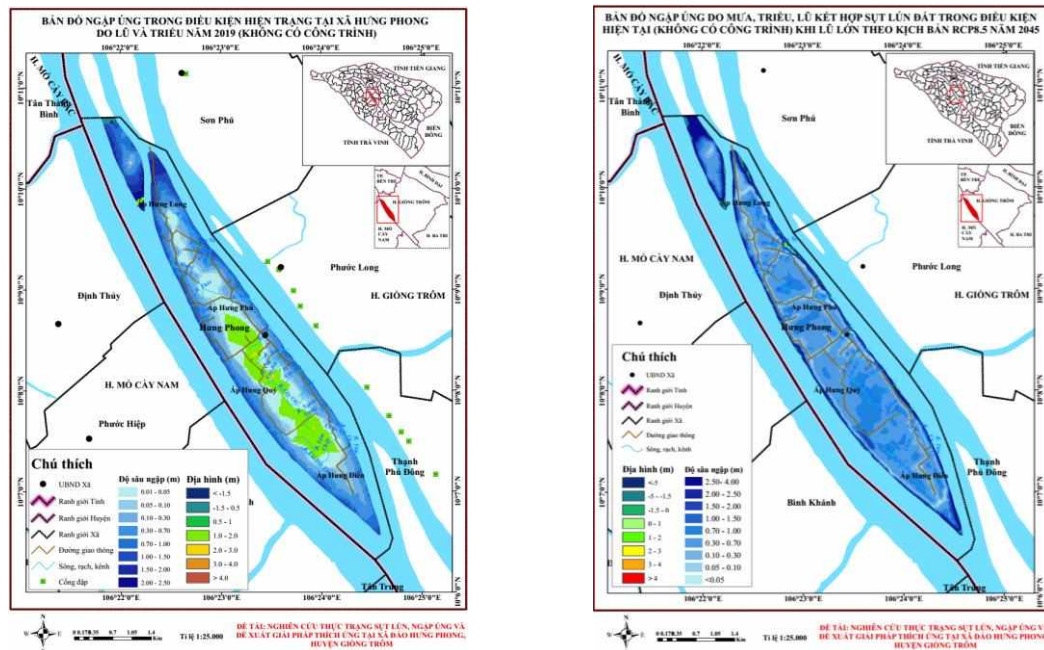
Trong phần này, mô hình MIKE FLOOD đã được thiết lập dựa trên cách tiếp cận, nhằm liên kết mô hình MIKE 11 HD và MIKE 21 FM để mô phỏng ngập cho xã đảo Hưng Phong. Mạng lưới MIKE 11 để mô phỏng chế độ thủy lực dưới ảnh hưởng của triều Biển Đông, dòng chảy thượng nguồn và MIKE 21 mô phỏng chảy tràn trên các ô đồng, trũng của KVNC thông qua mô hình MIKE FLOOD. Bản đồ địa hình KVNC được đo đạc năm 2023, xử lý và chồng chập với bản đồ địa hình quá khứ năm 2016 (của Bộ TNMT) làm đầu vào cho mô hình MIKE 21 FM. Các kết quả dự báo ngập úng được mô phỏng theo các kịch bản trong điều kiện hiện trạng và có công trình với các tổ hợp kịch bản triều, mưa, lũ và sụt lún đến xã đảo Hưng Phong.

- Mô phỏng ngập trong điều kiện hiện trạng (không có công trình) và hiện trạng sử dụng đất với hai tổ hợp: **(1)** Năm điển hình (2019): là mưa với tần suất là 90%, lũ thượng nguồn nhỏ, triều cao nhất ở tần suất 3% và kịch bản tương lai RCP4.5, RCP8.5 có xét BĐKH-NBD; **(2)** Cực đoan: lũ thượng nguồn lớn năm 2011, mưa năm 2008 (tần suất 1%), triều năm 2011 (tần suất cao nhất là $P=6,45\%$). Bên cạnh đó, đề tài xét thêm một tổ hợp năm điển hình và tổ hợp cực đoan cùng sụt lún đất với tốc độ như hiện nay.

- Mô phỏng ngập trong điều kiện có công trình với quy hoạch SĐĐ thời kỳ 2021 – 2030: tuyến đê bao chưa khép kín và mới chỉ kết nối với đường giao thông hiện hữu theo hai tổ hợp: **(1)** Năm điển hình (2019): là mưa với tần suất là 90%, lũ thượng nguồn nhỏ, triều cao nhất ở tần suất 3% và kịch bản tương lai RCP4.5, RCP8.5 có xét BĐKH-NBD; **(2)** Cực đoan: lũ thượng nguồn lớn năm 2011, mưa năm 2008 (tần suất 1%), triều năm 2011 (tần suất cao nhất là $P=6,45\%$). Bên cạnh đó, đề tài xét thêm một tổ hợp năm điển hình và tổ hợp cực đoan cùng sụt lún đất với tốc độ như hiện nay.

Với các tổ hợp kịch bản như trên, đề tài đã phân tích chi tiết mức độ ngập úng ở thời điểm chưa có công trình đê bao và có công trình nhưng chưa khép kín. Kết quả tính toán và dự báo nguy cơ ngập cho thấy rằng:

(1) Trong điều kiện hiện trạng: ngập úng ở Hưng Phong có thể ngập từ 629,91 ha (tỉ lệ ngập là 49,3%) ở tổ hợp năm điển hình (triều, P= 3% – lũ kết hợp) đến 714,78 ha (tỉ lệ ngập là 55,94% - RCP8.5 năm 2045) ở tổ hợp cực đoan: triều (P=6,45%), lũ lớn năm 2011, mưa (P= 1%) và có xét sụt lún đất đang diễn ra như hiện nay.



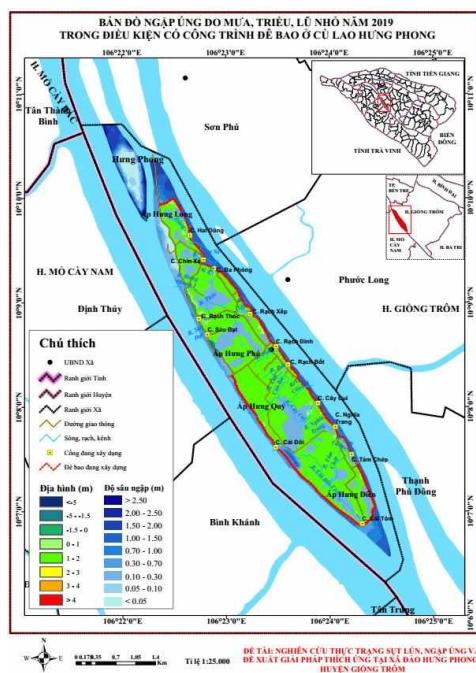
Hình 6.1. Bản đồ ngập trong điều kiện hiện trạng theo tổ hợp năm điển hình (lũ và triều – Hình trái) và tổ hợp cực đoan (triều, lũ, mưa và lún mặt đất) kịch bản RCP8.5 năm 2045 – Hình phải

(2) Kết quả dự báo nguy cơ ngập cho thấy rằng, khi có đê bao thì Hưng Phong đã được bảo vệ, tuy nhiên do tuyến đê bao chưa khép kín nên ngập úng vẫn xảy ra khi xuất hiện tổ hợp cực đoan (triều, mưa lớn, lũ lớn + sụt lún mặt đất), mức độ diện tích ngập gia tăng theo các mốc thời gian, cụ thể như sau:

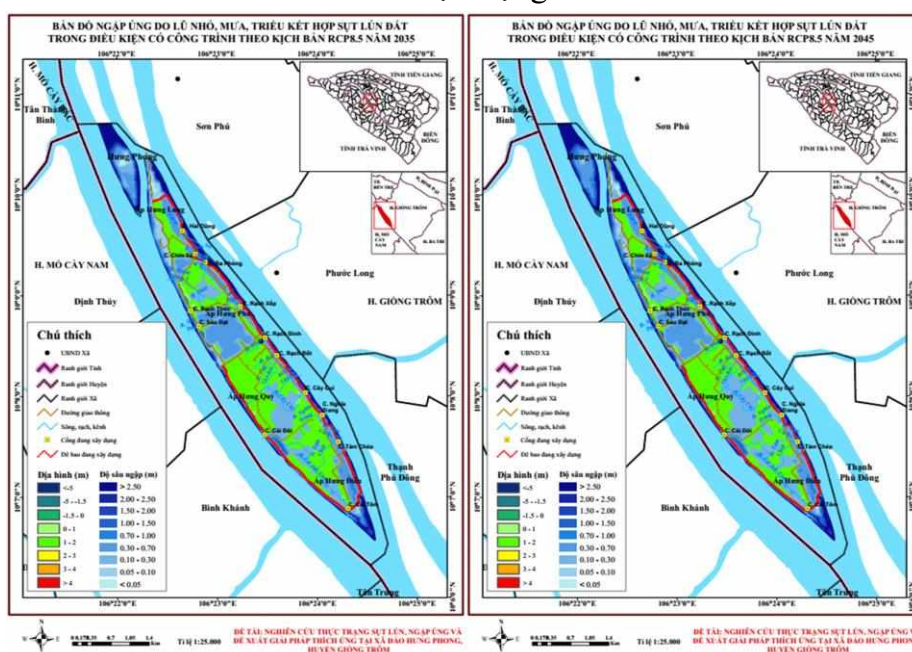
- Năm điển hình (triều tần suất 3%, lũ nhỏ, mưa tần suất 90%) trong điều kiện công trình đã phê duyệt ở Hưng Phong: Vùng lõi xã đảo sẽ bị ngập từ 229,41 ha, chiếm tỉ lệ 17,95% so với DTTN (năm điển hình) đến 273,14 ha chiếm tỉ lệ ngập 21,38% so với DTTN (kịch bản RCP8.5) (xem Hình 6.1). Mức ngập là từ 0,05 m đến > 2,0 m, mức ngập phổ biến là 0,1 – 0,3 m và 0,3 – 0,7 m. Tuy nhiên khi so sánh mức ngập với điều kiện hiện trạng, tuyến đê bao đã giúp giảm ngập lên đến 67,5%.

- Ở tổ hợp năm điển hình (triều tần suất 3%, lũ nhỏ, mưa tần suất 90% + xét đến

sụt lún đất + BĐKH, NBD) và tuyến đê bao chưa khép kín (như Hình 6.2): Xã đảo Hưng Phong vẫn bị ngập từ 268,90 ha, chiếm tỉ lệ 21,03% /DTTN (thời điểm hiện trạng 2019) đến 301,06 ha, chiếm tỉ lệ 23,56% so với DTTN (theo kịch bản RCP8.5). Mức ngập xảy ra từ 0,05 m đến > 2,00 m, mức ngập cao > 2,0 m chỉ xảy ra ở ven sông Hàm Luông và vị trí không có đê bao. Trước tổ hợp kịch bản này, tuyến đê bao đã giúp giảm ngập lên đến 57,85 – 61,93% khi so với điều kiện hiện trạng

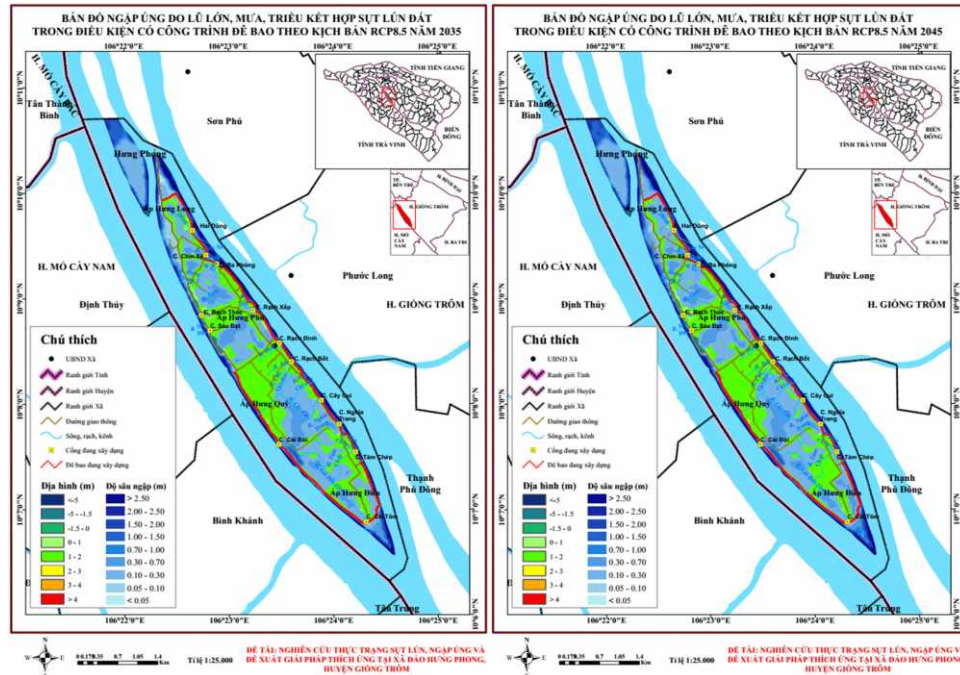


Hình 6.1. Bản đồ ngập úng trong điều kiện có công trình theo tổ hợp năm điển hình ở thời điểm hiện trạng năm 2019



Hình 6.2. Bản đồ ngập úng trong điều kiện có công trình vào năm điển hình (xét lún mặt đất) theo kịch bản RCP8.5 năm 2035 và 2045

- Tổ hợp cực đoan (lũ lớn, triều năm 2011 với $P = 6,45\%$, mưa năm 2008 với $P = 1\%$) + xét đến sụt lún đất + BĐKH – NBD (như Hình 6.3): Thời điểm cực đoan, xã Hưng Phong vẫn bị ngập từ 324,91 ha chiếm tỉ lệ ngập 25,43% /DTTN. Đến năm 2045 (kịch bản RCP8.5), khoảng 391,72 ha bị ngập chiếm tỉ lệ 30,66% /DTTN. Mức ngập trung bình là 0,1 – 0,3m và 0,3 – 0,7 m khá phổ biến. Khi tuyến đê bao được xây dựng xong theo khối lượng đã phê duyệt, ngập úng đã khoảng 45,2 - 54,03%.



Hình 6.3. Bản đồ ngập điều kiện có công trình đê bao theo tổ hợp cực đoan (triều, lũ lớn, mưa tần suất 1%, sụt lún đất) ở kịch bản RCP8.5 năm 2035 và 2045

Hệ thống đê bao là một giải pháp công trình quan trọng chống ngập cho xã Hưng Phong, nhưng cũng phải có các giải pháp kèm theo như: nâng cốt nền, nâng cao trình các tuyến giao thông hiện hữu để khép kín tuyến đê bao càng sớm càng tốt. Từ đó sẽ ứng phó với sụt lún mặt đất đang diễn ra, chưa kể còn hạn chế thấp nhất những khu vực bị ngập úng nặng như kết quả tính toán. Như vậy, ngập úng do mưa, hạ thấp cao trình do sụt lún mặt đất, tiêu thoát nước hạn chế sẽ là một bài toán cho các nhà quản lý ở Hưng Phong sau khi tuyến đê bao hoàn thành và một định hướng để đưa ra giải pháp của đề tài này.

7. ỨNG DỤNG MÔ HÌNH NƯỚC DƯỚI ĐẤT ĐỂ ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ SỤT LÚN

Trong đề tài này, mô hình MODFLOW được thiết lập cho mô phỏng dao động mực NDD ở tầng Holocen tại xã đảo Hưng Phong.

Trên thực tế, NĐĐ tầng Holocen có chất lượng kém, nhiễm phèn, tạp chất và nhiễm mặn đến độ sâu 80,0m nên việc tăng lưu lượng khai thác là việc rất khó xảy ra. Tuy nhiên, để phục vụ cho mục tiêu đặt ra Thuyết minh đã phê duyệt, đề tài vẫn đưa ra giả thiết là NĐĐ trong tầng Holocen được khai thác, tương lai đáp ứng được nhu cầu sinh hoạt, nông nghiệp đến năm 2035 và 2045.

Bảng 7.1. Kịch bản nhu cầu sử dụng nước dưới đất cho các ngành ở Hưng Phong (m³/ngày)

Năm	Sinh hoạt	Thủy sản	Chăn nuôi	Trồng trọt	Tổng
2035	727	3.370	268	87	4.452
2045	1.018	3.370	268	87	4.743

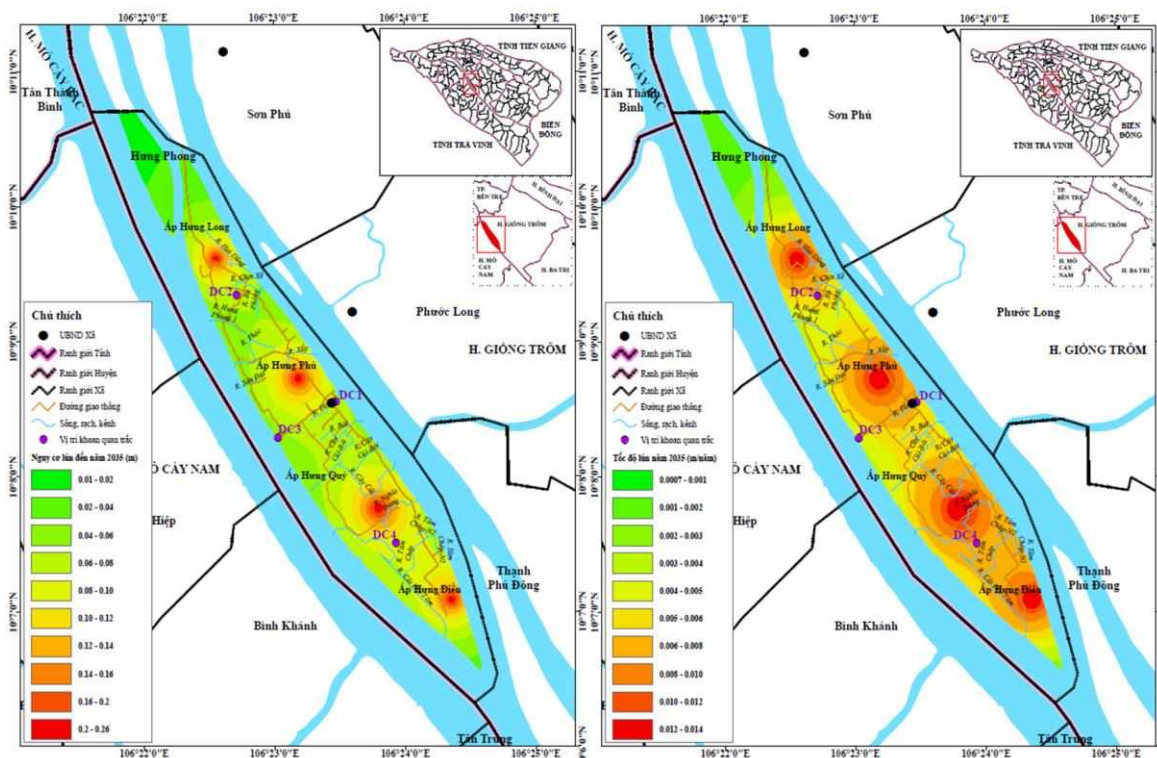
Để mô phỏng gia tăng khai thác NĐĐ thì mô hình MODFLOW đã khai báo 04 giếng khai thác (mỗi ấp 01 giếng khoan) bố trí theo trục dọc của xã Hưng Phong. Mục đích là giải quyết cho giả thiết đặt ra ở trên là tăng lưu lượng khai thác nhằm đánh giá mức độ hạ thấp NĐĐ và kết hợp phương pháp tính lún cổ kết tầng nông để dự báo nguy cơ lún mặt đất. Lưu lượng khai thác của các giếng bằng nhau và được nhập vào mô hình trong khoảng thời gian 22 năm tính từ ngày 01/3/2023 và kết thúc vào ngày 01/3/2045.

- Bằng giả thiết đặt ra ở trên, mô hình MODFLOW đã chạy dự báo hạ thấp mực NĐĐ cho giai đoạn 2023 – 2035. Kết quả dự báo cho thấy, đến năm 2035, mực nước cao nhất là -2,6m và thấp nhất là -17,0m, tương đương giá trị hạ thấp nhỏ nhất là 1,0m và lớn nhất là 15,5m. Theo kết quả tính toán trên, ta thấy với kịch bản khai thác đã đặt ra thì tốc độ hạ thấp mực nước trung bình khoảng 4-5cm/năm do có sự tăng lưu lượng khai thác. Đến năm 2045 mực nước cao nhất là -2,7m và thấp nhất là -18,0m, tương đương giá trị hạ thấp nhỏ nhất là 1,0m và lớn nhất là 16,5m.

- Nếu có sự khai thác NĐĐ tăng lên trong tương lai thì nguy cơ lún mặt đất sẽ trầm trọng hơn ở xã đảo Hưng Phong. Tâm lún xuất hiện ở các điểm khai thác NĐĐ tập trung và các khu vực có nguy cơ lún mặt đất khác nhau phụ thuộc vào tốc độ hạ thấp mực NĐĐ lớn và nhỏ. Các kết quả từ MODFLOW trên (như: hệ số nhả nước đàn hồi, mức chênh lệch mực nước) đã được đề tài kết hợp với phương pháp tính toán lún cổ kết của Riley (1969) và dự báo nguy cơ sụt lún do khai thác NĐĐ tầng nông như sau:

(1) Thời kỳ 2023 – 2035: độ lún tích lũy dự báo được từ 0,012 m đến 0,30 m,

trung bình là 0,042 m (tương đương 1,2 – 30 cm, trung bình là 4,2 cm). Tốc độ sụt lún trung bình là 0,0034 m/năm (tương đương 0,34 cm/năm), tốc độ sụt lún riêng lẻ dao động từ 0,001 - 0,025 m/năm (tương đương là 0,10 – 2,5 cm/năm).



Hình 7.1. Bản đồ nguy cơ và tốc độ lún mặt đất do gia tăng khai thác nước dưới đất ở cù lao Hưng Phong đến năm 2035

Bảng 7.1. Tổng hợp của đề tài về lượng lún dự báo dựa trên các kết quả mô hình nước dưới đất (2023 – 2035) tại Hưng Phong

Các điểm xuất	Độ lún tích lũy (m)			Tốc độ sụt lún (m/năm)		
Số điểm	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình
11.591	0,30	0,012	0,042	0,025	0,001	0,0034

+ Trong thời kỳ 2023-2035: Vùng lún 5 – 10 cm có diện tích lớn nhất khoảng 696,28 ha (chiếm ~ 54,49% DTTN). Vùng lún 10 – 15 cm chiếm diện tích là 113,78 ha, chiếm ~ 8,90% DTTN. Vùng lún 1 – 5 cm xảy ra ở rìa của xã đảo với diện tích sụt lún là 448,10 ha, chiếm khoảng 35,07% DTTN. Trong khi đó, các vùng lún (15 – 20 cm, 20 – 25 cm và 25 – 30 cm) có tổng diện tích sụt lún ~19,62 ha (chiếm ~ 1,54% DTTN). Khi dự báo đến năm 2035, những vùng lún lớn hơn 15 cm do khai thác NĐĐ đã gia tăng phạm vi ảnh hưởng khoảng 11,8 ha so với thời kỳ 2023 – 2025.

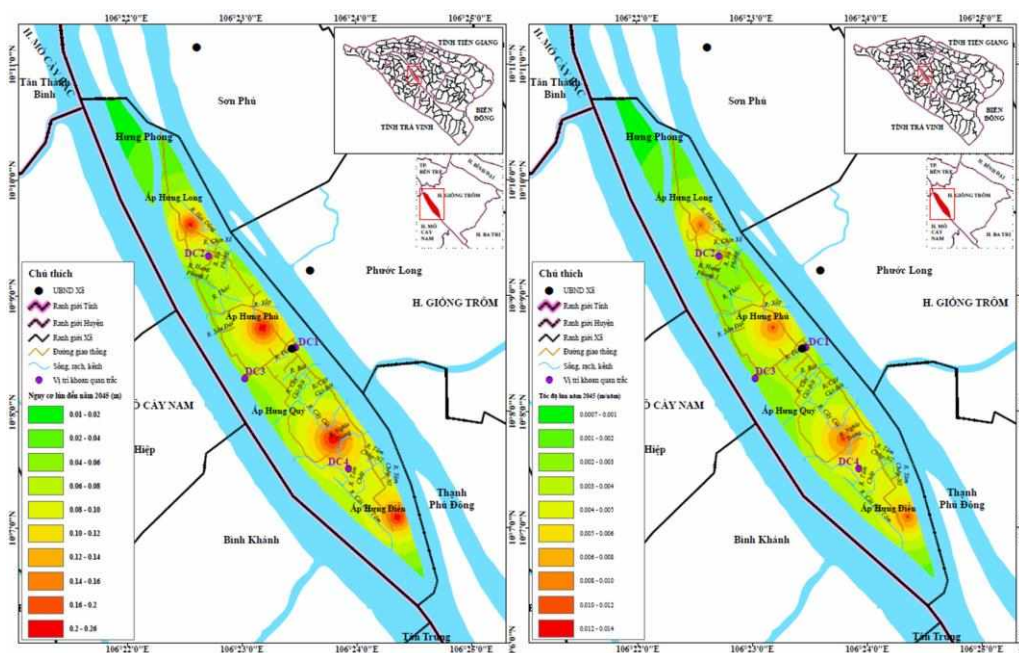
Bảng 7.2. Thống kê diện tích lún mặt đất theo vùng lún tại xã đảo Hưng Phong thời kỳ 2023-2035

STT	Nguy cơ lún (cm)	Diện tích lún mặt đất theo vùng lún (ha)	Tỉ lệ so với DTTN (%)
1	0-1	0	0
2	1-5	448,10	35,07
3	5-10	696,28	54,49
4	10-15	113,78	8,90
5	15-20	16,34	1,28
6	20-25	2,88	0,23
7	25-30	0,400	0,031
8	30-35	0	0
	Tổng DTTN	1.277,78	

(2) Thời kỳ 2023 – 2045: Giả thiết đặt ra là NĐĐ được tăng cường khai thác để phục vụ sinh hoạt, nông nghiệp và mô hình MODFLOW dự báo được mức độ hạ thấp mực nước lớn hơn so với thời kỳ 2023-2035. Độ lún tích lũy trong 22 năm là 0,01 m đến 0,26 m, trung bình là 0,044 m (tương đương 1,2 – 31 cm, trung bình là 4,4 cm).

Bảng 7.3. Tổng hợp của đề tài về lượng lún dự báo dựa trên các kết quả mô hình nước dưới đất từ năm 2023 – 2045 tại Hưng Phong

Các điểm xuất	Độ lún tích lũy (m)			Tốc độ sụt lún (m/năm)		
Số điểm	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình
11.591	0,31	0,012	0,044	0,014	0,0006	0,002



Hình 7.2. Bản đồ nguy cơ và tốc độ lún mặt đất do gia tăng khai thác nước dưới đất ở cù lao Hưng Phong đến năm 2045

+ Tốc độ sụt lún trung bình dự báo được là 0,002 m/năm (tương đương 0,2 cm/năm), tốc độ sụt lún riêng lẻ dao động từ 0,0006 - 0,014 m/năm (tương đương là 0,06 – 1,4 cm/năm).

+ Trong thời kỳ 2023 – 2045: Vùng lún 5 – 10 cm có diện tích lớn nhất khoảng 710,03 ha (chiếm tới 55,57% DTTN). Trong khi đó, các vùng lún 30 – 35 cm đã xảy ra trên phạm vi 0,023 ha (~ 0,0018% DTTN), điều này cho thấy rằng, nếu cứ tiếp tục khai thác NĐĐ thì các mức độ lún sẽ ngày càng gia tăng về giá trị. Bên cạnh đó, vùng lún lớn hơn 10 cm đến 30 cm chiếm tổng diện tích ~159,45 ha (chiếm ~ 12,48% DTTN).

Bảng 7.4. Thống kê diện tích lún mặt đất theo vùng lún tại xã đảo Hưng Phong thời kỳ 2023-2045

STT	Nguy cơ lún (cm)	Diện tích lún mặt đất theo vùng lún (ha)	Tỉ lệ vùng lún so với DTTN (%)
1	0-1	0	0
2	1-5	408,28	31,95
3	5-10	710,03	55,57
4	10-15	131,87	10,32
5	15-20	23,19	1,81
6	20-25	3,97	0,31
7	25-30	0,420	0,033
8	30-35	0,023	0,0018
	Tổng DTTN	1.277,78	

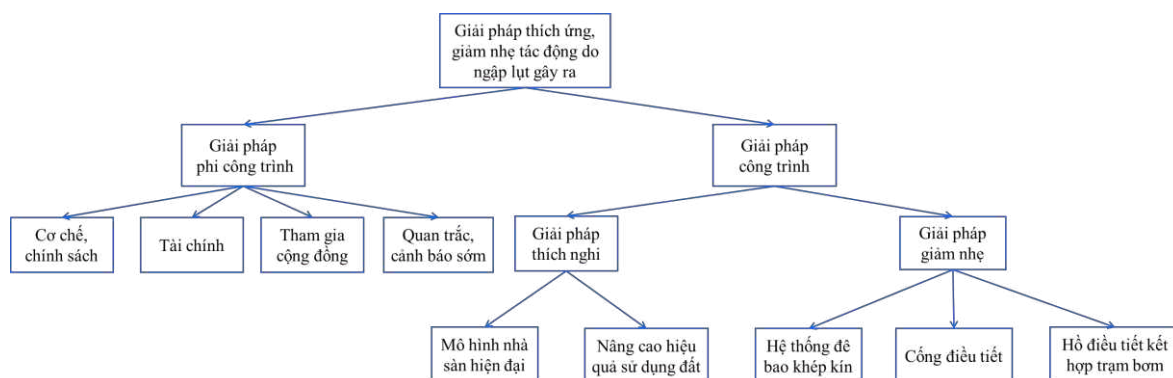
- Kết quả trên là dấu hiệu cảnh báo đối với xã đảo Hưng Phong trong tương lai, đây là những kết quả cho địa phương xem xét mặc dù xã đảo không khai thác NĐĐ. Nhưng các nguyên nhân khác vẫn sẽ đẩy xã đảo chìm dần dưới sông Hàm Luông, sự sụt lún sẽ không dừng lại mà diễn biến chung cùng với vấn đề sụt lún của cả đồng bằng mà trong Báo cáo Quy hoạch Vùng ĐBSCL (2020). Nếu không có các giải pháp làm chậm đi tốc độ lún so với hiện tại và giải pháp khác đi kèm thì sự hạ thấp cao độ địa hình như dự báo không những sẽ xảy ra mà còn trầm trọng hơn như thể cùng với NBD và khai thác thượng nguồn, phát triển KT-XH.

8. GIẢI PHÁP THÍCH ỨNG, GIẢM NHẸ TÁC ĐỘNG DO NGẬP ÚNG VÀ SỤT LÚN Ở CÙ LAO HƯNG PHONG

8.1. ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP THÍCH ỨNG, GIẢM NHẸ TÁC ĐỘNG DO NGẬP GÂY RA

Với định hướng phát triển thủy lợi đa mục tiêu, nhóm thực hiện đề xuất giải

pháp thích ứng, giảm nhẹ tác động do ngập lụt phục vụ quá trình phát triển KT-XH đến 2035 tầm nhìn đến năm 2045 trong điều kiện BĐKH – NBD gồm 02 nhóm: giải pháp phi công trình và giải pháp công trình, cụ thể trong sơ đồ sau:



Hình 8.1. Sơ đồ tổng thể đề xuất giải pháp thích ứng, giảm nhẹ tác động do ngập lụt gây ra tại xã đảo Hưng Phong

8.1.2. Giải pháp phi công trình

Theo thực trạng KT-XH của KVNC và hệ thống giải pháp công trình được đề xuất, từ đó nhóm thực hiện đề xuất 03 giải pháp chính về cơ chế, chính sách cho KVNC như sau: **(i)** Di dời dân cư vào phía trong đường hành lang an toàn đê bao; **(ii)** Xây dựng quy trình vận hành cho toàn bộ hệ thống cống (cống nội vùng, cống dưới đê) với nguyên tắc vận hành đóng, mở cửa cống; vận hành mở cửa cống; vận hành đóng cửa cống; **(iii)** Thiết lập quy trình vận hành hồ điều tiết giảm ngập lụt.

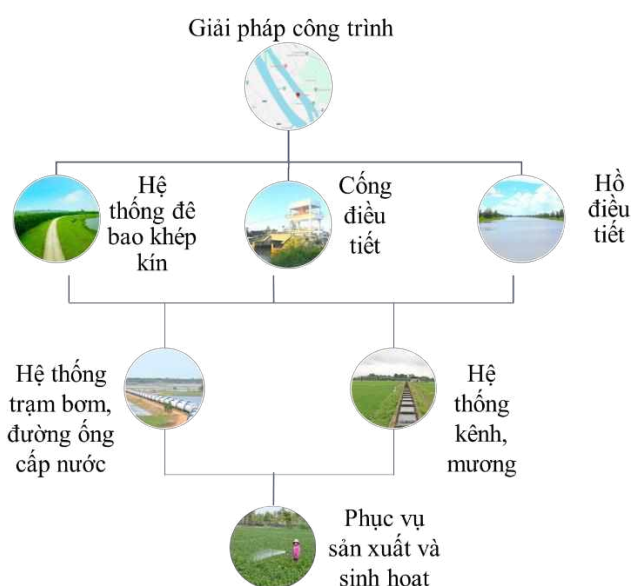
Bên cạnh đó là giải pháp về tài chính với **(iv)** Quỹ Phòng, chống thiên tai kết hợp; **(v)** Tổ chức nhiều hoạt động tuyên truyền, vận động người dân chủ động trữ nước mưa, nước ngọt ngay từ mùa mưa; đồng thời, **(vi)** thực hiện nạo vét nhiều tuyến kênh, đắp các cống, đê bao cục bộ để tích trữ nước ngọt. Và **(vii)** Nâng cao nhận thức và năng lực thích ứng với BĐKH.

Trong tương lai, địa phương cần **(viii)** Thiết lập hệ thống quan trắc tự động để dễ dàng giám sát, theo dõi các chỉ tiêu mưa-mức nước-dòng chảy và đưa ra dự đoán cảnh báo ngập lụt sớm trực tuyến từ xa qua tin nhắn, email, cổng thông tin điện tử (website) một cách đơn giản và trực quan nhất; **(ix)** Đảm bảo môi trường khi hệ thống đê bao đi vào vận hành.

8.1.3. Giải pháp công trình

Quan điểm đề xuất chung là thích nghi và giảm nhẹ tác động do ngập lụt gây ra. Chính vì vậy, giải pháp đề xuất được chia thành 04 giải pháp chính là: Xây dựng

tuyến đê bao khép kín kết hợp cống qua đê ngăn mặn, trữ ngọt; Bố trí hồ điều tiết giảm ứng ngập phục vụ sản xuất; Định hướng mô hình nhà ở thích nghi với hiện trạng ngập; Giải pháp nâng cao hiệu quả sử dụng đất.



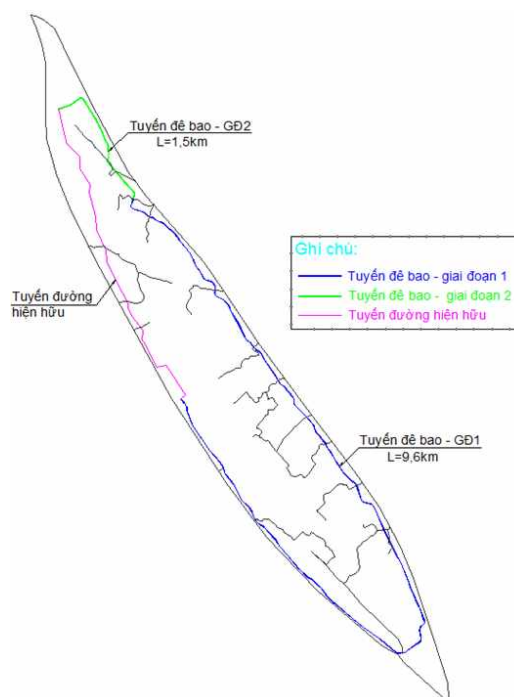
Hình 8.2. Sơ đồ tổng thể giải pháp công trình giảm nhẹ tác động do ngập ở khu vực nghiên cứu

a. Xây dựng tuyến đê bao, cống qua đê, đê ngăn triều cường, ngăn mặn, trữ ngọt.

- *Giai đoạn 1: Tuyến đê bao chưa khép kín:* cao trình đỉnh +3,0 m kết nối với tuyến đường hiện hữu, tuyến đê bao cách mép bờ sông khoảng (20-40)m kết hợp đi theo đường hiện trạng khoảng 1.238m và chiều dài dự kiến thiết kế mới khoảng 9.870m.

- *Giai đoạn 2: Khép kín tuyến đê bao và nâng cấp tuyến đường hiện hữu tạo thành hệ thống khép kín, cao trình đỉnh +3,0 m.*

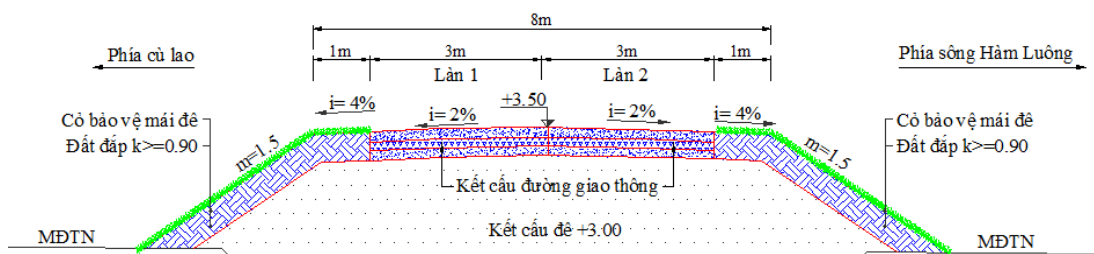
Để đảm bảo thực hiện tốt mục tiêu của dự án “*Xây dựng tuyến đê bao chống ngập, kiểm soát mặn, trữ ngọt kết hợp đường giao thông xã Hưng Phong, huyện Giồng Trôm, tỉnh Bến Tre*” đã được phê duyệt. Giai đoạn 2 được đề xuất khép kín tuyến đê bao với chiều dài khoảng 1,5km với kết cấu tương tự giai đoạn 1 nâng cấp tuyến đường hiện hữu chiều dài dự kiến 3,5km lên cao trình +3,0m. **Dự kiến chi phí đầu tư cho giai đoạn 2 này khoảng 45,00 tỷ đồng.**



Hình 8.3. Phương án bố trí hệ thống đê bao, giai đoạn 2

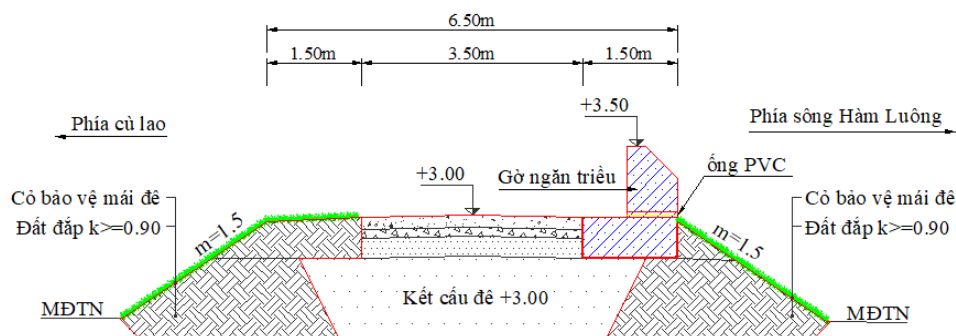
- *Giai đoạn 3: Nâng cấp đồng bộ tuyến đê bao và đường hiện hữu lên cao trình +3,5 m tạo thành hệ thống bảo vệ khép kín.*

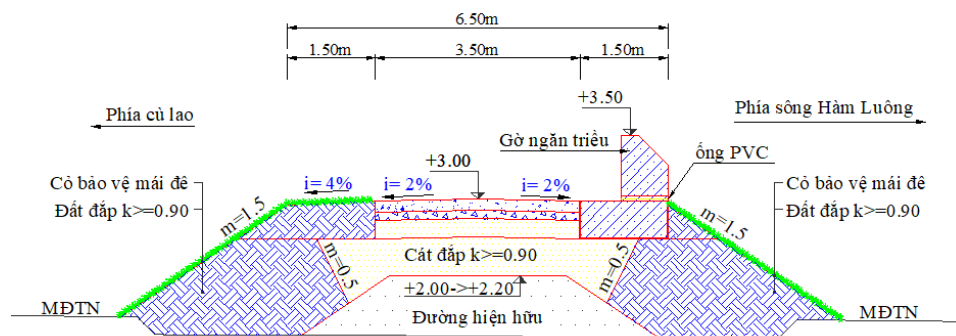
+ Phương án 1: Tôn cao, mở rộng tuyến đê bao đã thi công giai đoạn 1,2 lên cao trình +3,5 m tạo thành hệ thống bảo vệ khép kín kết hợp phát triển giao thông. Suất đầu tư là 8 triệu đồng/1m dài.



Hình 8.4. Mặt cắt ngang kết tuyến đê bao và tuyến đường hiện hữu - phương án 1

+ Phương án 2: Bổ sung gờ bê tông cốt thép giảm triều cường cho tuyến đê bao đã thi công và tuyến đường hiện hữu. Suất đầu tư là 5 triệu đồng/1m dài.



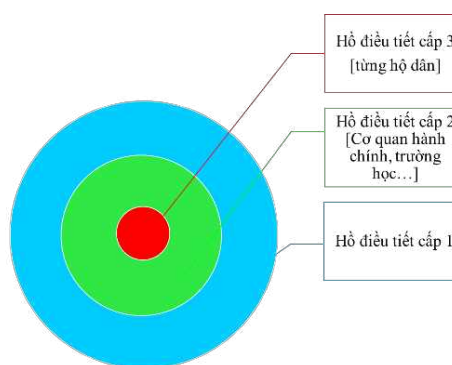


Hình 8.5. Mặt cắt ngang kết tuyến đê bao và tuyến đường hiện hữu - phương án 2

Sau khi đánh giá chi tiết cho từng phương án đề xuất, nhóm thực hiện đề xuất chọn **phương án 1** cho khu vực nghiên cứu với định hướng thực hiện cho giai đoạn sau năm 2045 để phục vụ phát triển đa mục tiêu.

b. Xây dựng hồ điều tiết nước giảm ứng ngập phục vụ sản xuất

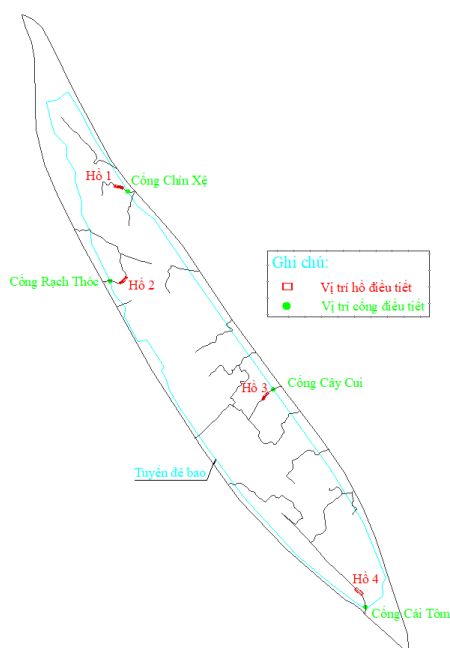
Trong quá trình thực địa ở KVNC, nhóm thực hiện nhận thấy một số hộ dân nơi đây đã chủ động tích trữ, tạo nguồn cung cấp nước ngọt. Chính vì vậy, nhóm thực hiện đề xuất hồ điều tiết của khu vực xã đảo Hưng Phong sẽ được chia thành ba cấp nhằm mục đích trữ nước mưa, phục vụ các hoạt động sản xuất nông nghiệp. Cấp một là những hồ điều tiết với dung tích lớn được bố trí tại những khu vực đất trồng, có khả năng kết nối tốt với hệ thống kênh, mương....Cấp hai là những hồ nước nhỏ tại nơi công cộng như công viên, trường học, bệnh viện,...Và cấp ba là những hồ điều tiết trong nhà của mỗi hộ dân.



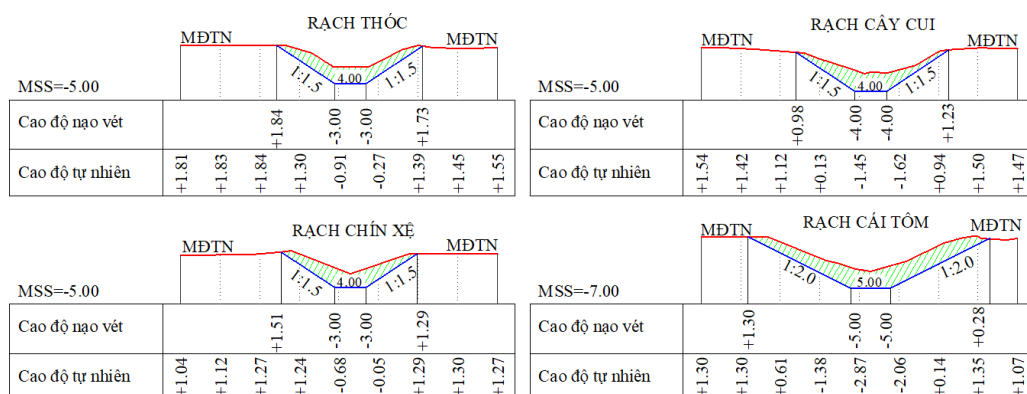
Hình 8.6. Sơ đồ phân cấp hồ điều tiết của khu vực nghiên cứu

- Hồ điều hoà cấp 1

+ Phương án 1: Khu vực nghiên cứu là nơi có nhiều kênh, rạch chằng chịt, nên nhóm thực hiện đề xuất tiến hành nạo vét hệ thống các kênh, rạch. Đặc biệt là những rạch có vị trí thoát nước thuận lợi để tạo thành 04 hồ điều tiết phân tán kết hợp với các trạm bơm, cống điều tiết để tiêu cho giai đoạn 2030-2035.

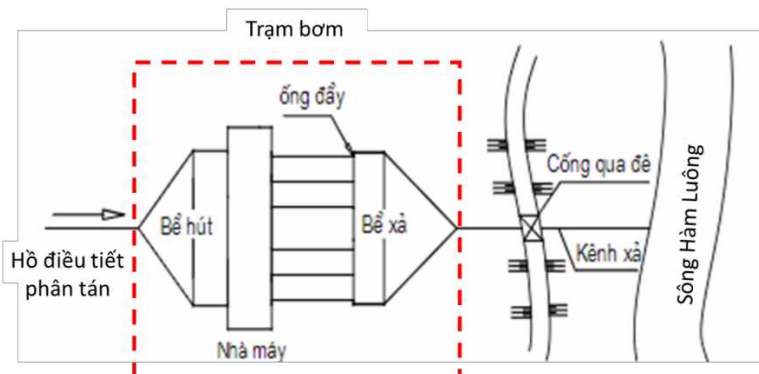


Hình 8.7. Vị trí hồ điều hòa đề xuất cho khu vực nghiên cứu



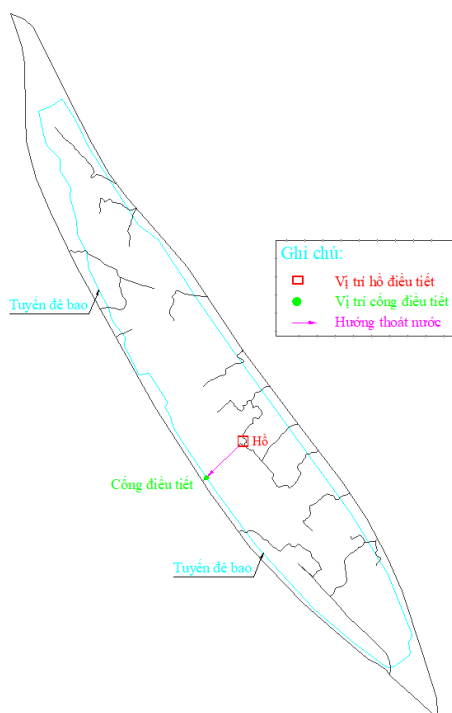
Hình 8.8. Cắt ngang hồ điều hòa đề xuất cho khu vực nghiên cứu

Để giải pháp đạt hiệu quả tốt phải kết hợp nạo vét hệ thống kênh, rạch lân cận (rạch Thóc, rạch Chín Xệ, rạch Cây Cui, rạch Cái Tôm). Đồng thời, phạm vi hồ điều tiết phân tán bố trí trạm bơm kết hợp với cống để tiêu úng ngập úng phía trong xã đảo Hưng Phong.

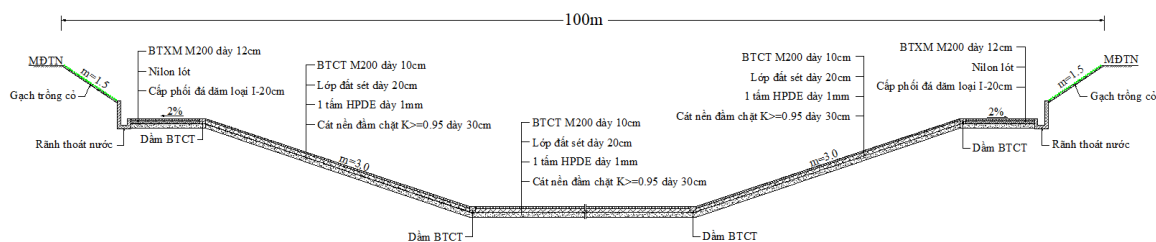


Hình 8.9. Phương án sắp xếp chuỗi công trình thoát nước đề xuất cho xã đảo Hưng Phong

+ Phương án 2: Bố trí 01 hồ điều tiết tập trung ở giữa cù lao giai đoạn sau 2045.

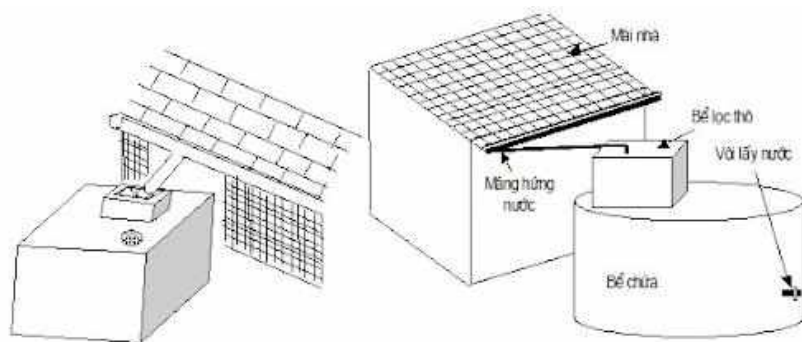


Hình 8.10. Vị trí hồ điều tiết tập trung đề xuất cho khu vực nghiên cứu



Hình 8.11. Cắt ngang hồ điều tiết đề xuất cho khu vực nghiên cứu

- **Hồ điều hòa cấp 2**: Quy mô nhỏ hơn, hồ điều tiết cấp 2 có dạng hình lập phương hay hình trụ tròn, dung tích 30-50 m³ được xây dựng tại các nơi sinh hoạt cộng đồng, trường học, cơ quan hành chính, ... để thu và tích trữ nước mưa phục vụ sinh hoạt và các mục đích khác của xã đảo Hưng Phong.



Hình 8.12. Sơ đồ hoạt động của hồ điều tiết cấp 2

- **Hồ điều hòa cấp 3**:

Mục tiêu của giải pháp là tái sử dụng nước mưa, hạn chế tối đa lượng nước chảy tràn bề mặt, ngăn chặn ô nhiễm xâm nhập, bổ cập cho nước ngầm. Giải pháp này thật sự hiệu quả và nếu áp dụng đồng bộ sẽ điều tiết một phần nước mưa, giảm nhẹ ngập lụt, ổn định cuộc sống người dân.



Hình 8.13. Tích trữ nước mưa bằng thùng chứa nước ở khu vực nghiên cứu

c. Định hướng mô hình nhà ở thích nghi với hiện trạng ngập

+ *Về kiến trúc, kết cấu:* Mô hình mang hình thái cơ bản của ngôi nhà sàn truyền thống, phần móng nhà được làm bằng hệ thống cọc BTCT, phần đóng sâu vào lòng đất để giữ ổn định toàn bộ ngôi nhà và phần phía trên dao động khoảng 1-2m để không gian sinh hoạt thoáng mát hơn, không bị ảnh hưởng của các yếu tố tự nhiên. Vật liệu chủ yếu: Bê tông, cốt thép, mái tôn, ...

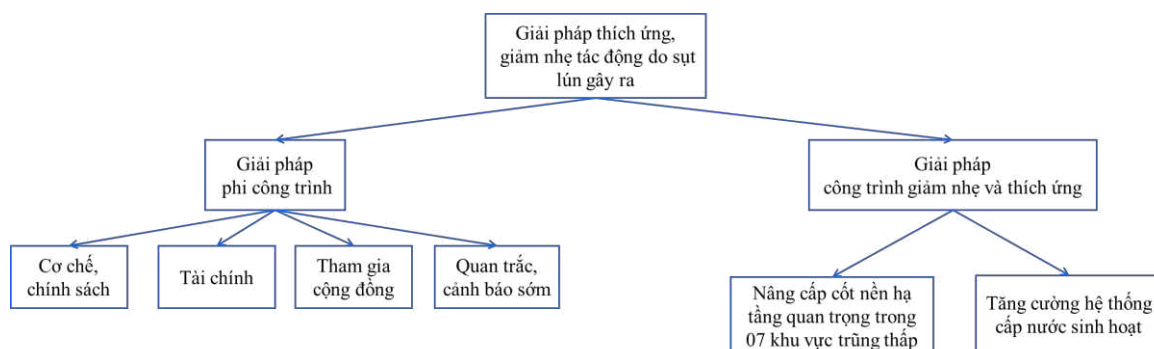
+ Việc định hướng mô hình kiến trúc nhà sàn hiện đại cho KVNC, vừa là giải pháp thích nghi cho mỗi hộ gia đình trước tình hình ngập lụt diễn biến ngày càng phức tạp như hiện nay, vừa có giá trị lớn trong việc kết hợp tham quan, du lịch phù hợp với định hướng phát triển của xã đảo Hưng Phong.



Hình 8.14. Minh họa mô hình nhà ở thích nghi với ngập úng

8.2. ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP THÍCH ỨNG, GIẢM NHẸ TÁC ĐỘNG DO SỤT LÚN GÂY RA

Sụt lún là vấn đề nóng đang được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm, tuy nhiên cho đến nay chưa có một giải pháp nào có thể giải quyết triệt để vấn đề này mà chủ yếu là đưa ra những khuyến cáo để thích ứng, giảm nhẹ tình trạng này. Với định hướng đó, nhóm thực hiện đề xuất giải pháp thích ứng, giảm nhẹ tác động do sụt lún phục vụ quá trình phát triển KT-XH đến 2035 tầm nhìn đến năm 2045 trong điều kiện BĐKH – NBD gồm 02 nhóm: giải pháp phi công trình và giải pháp công trình, cụ thể trong sơ đồ sau:



Hình 8.15. Sơ đồ tổng thể đề xuất giải pháp thích ứng, giảm nhẹ tác động do sụt lún gây ra cho khu vực nghiên cứu

8.2.1. Giải pháp phi công trình

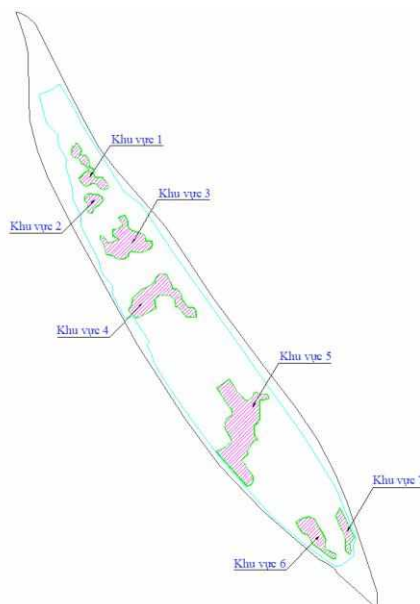
Dựa trên các cơ sở đề xuất đã nêu và kết hợp nhiều phương pháp khác nhau (tổng hợp, phân tích tài liệu, chuyên gia...), nhóm thực hiện đề xuất những giải pháp cơ chế - chính sách cụ thể sau: **(i)** Chính quyền địa phương lên kế hoạch sử dụng TNN ngọt một cách hợp lý; thực hiện việc trữ nước ngọt vào mùa mưa để sử dụng vào mùa khô nhằm hạn chế sử dụng NĐĐ; **(ii)** Chính quyền địa phương phải quản lý chặt chẽ tình trạng khai thác nước ngầm và khuyến khích, tăng cường sử dụng nước mặt ở các sông, kênh rạch để thay thế sử dụng nước ngầm; **(iii)** Có kế hoạch để khôi phục dần chất lượng nguồn nước mặt ở các sông để người dân có thể sử dụng cho sinh hoạt, sản xuất; **(iv)** Định hướng, lồng ghép giải pháp quản lý thiên tai (ngập úng, sụt lún, xâm nhập mặn, mưa lớn) trong xây dựng nông thôn mới (NTM).

Sở ban ngành liên quan cần nghiên cứu, đánh giá về trữ lượng, chất lượng nước ngầm của KVNC để có kế hoạch bảo vệ, sử dụng hiệu quả. Bên cạnh đó, chính quyền địa phương phối hợp với Trương ương liên tục giám sát mực nước ngầm nhằm đưa ra cảnh báo khi xảy ra sụt giảm nghiêm trọng, đẩy mạnh tuân thủ theo Nghị định 167/2018 của Chính phủ quy định về hạn chế khai thác NĐĐ.

8.2.2. Giải pháp công trình

a. Nâng cấp và gia cố cốt nền các hạ tầng quan trọng

+ *Giải pháp chung*: Tiến hành nâng cao cốt nền các khu vực trũng thấp thường xuyên bị ngập úng cục bộ ở 07 khu vực (theo kết quả mô phỏng ngập úng cho KVNC của đề tài): nâng cao trình hiện trạng từ +1,0m đến +1,5m lên cao trình +2,0 – +2,5m nhằm hạn chế sự suy giảm cao độ đang diễn ra do sụt lún đất và chống ngập úng.



Hình 8.16. Phạm vi định hướng nâng cấp cốt nền trong tương lai

+ *Giải pháp cụ thể*: áp dụng khi xây dựng công trình trong KVNC với các bước: Đánh giá sự ổn định của nền đất; Xử lý nền móng bằng hệ cọc BTCT; Sửa chữa, xây mới công trình sau khi đã gia cố phần nền móng ổn định.

b. Tăng cường hệ thống cấp nước sinh hoạt

Chính quyền Hưng Phong cần phải triển khai nhanh giải pháp nước sạch từ nhà máy nước cho người dân để tránh thiếu nước vào mùa hạn mặn, bắt buộc người dân phải khai thác NĐĐ và khi đó tình trạng sụt lún nghiêm trọng hơn, tốc độ lún nhanh hơn. Chính vì thế, không khai thác NĐĐ kết hợp giải pháp nước sạch từ nhà máy nước và mô hình hồ điều hoà cấp 3 (tích trữ nước mưa tại nhà) là sẽ giúp giải quyết vấn đề trên, không làm cho tình hình sụt lún bị trầm trọng thêm (tất nhiên không thể dừng tốc độ lún hiện tại), giảm thiểu ngập úng do mưa và lún mặt đất.

8.3. ĐỀ XUẤT DANH MỤC GIẢI PHÁP CÔNG TRÌNH VÀ PHI CÔNG TRÌNH

Danh mục giải pháp công trình và phi công trình được đề xuất cụ thể theo từng

giai đoạn để các cơ quan Sở, Ban ngành thêm góc nhìn đầu tư, lên kế hoạch tổng thể phát triển xã đảo Hưng Phong trong tương lai.

Bảng 8.1. Bảng đề xuất danh mục giải pháp công trình và phi công trình

STT	Nhóm/ Tên dự án	Mục tiêu	Giai đoạn	Thực hiện
I	Phi Công trình			
1	Xây dựng phong trào đồng hành trữ ngọt phục vụ sinh hoạt với người dân xã Hưng Phong, huyện Giồng Trôm, tỉnh Bến Tre	+ Giảm ngập úng do mưa lớn, mưa cực đoan trong tương lai. + Ứng phó khô, hạn hán, xâm nhập mặn sẽ lặp lại dẫn đến thiếu nước ngọt. + Thích ứng với hiện trạng sụt lún như hiện tại, một giải pháp ngăn không cho khai thác NĐĐ.	2024 - 2030	<i>Đơn vị ứng dụng giải pháp:</i> UBND huyện Giồng Trôm, UBND xã Hưng Phong, Sở TNMT, Sở NN&PTNT; <i>Chi tiết:</i> Mỗi hộ 1÷2 bình chứa nước mưa, dung tích 500 lít.
2	Mô hình du lịch sinh thái/ du lịch cộng đồng trên địa bàn Côn Ốc thích ứng với biến đổi khí hậu	Xây dựng mô hình du lịch sinh thái/ du lịch cộng đồng để tăng thu nhập và tạo sinh kế bền vững cho cộng đồng địa phương	2023 – 2025	<i>Đơn vị ứng dụng giải pháp:</i> UBND huyện Giồng Trôm, UBND xã Hưng Phong, Sở Văn hóa, Thể thao và Du lịch, Sở TNMT, Sở NN&PTNT; <i>Chi tiết:</i> Nằm trong danh mục các nhiệm vụ, dự án giai đoạn 2021 – 2030 (theo Quyết định 2460/QĐ-UBND).
3	Dự án trồng, bảo vệ phát triển hệ sinh thái ven sông	+ Chống sạt lở bờ sông, bảo vệ tuyến đê bao sau khi hoàn thành. + Giữ phù sa lại cho nội đồng Hưng Phong nhằm thích ứng với sự	2022 – 2030	<i>Đơn vị ứng dụng giải pháp:</i> UBND xã Hưng Phong, Sở NN&PTNT; <i>Chi tiết:</i> Nằm trong danh mục

STT	Nhóm/ Tên dự án	Mục tiêu	Giai đoạn	Thực hiện
		sụt lún nền, giảm cao trình đến năm 2045 như hiện nay.		các nhiệm vụ, dự án giai đoạn 2021 – 2030 (theo Quyết định 2460/QĐ-UBND).
4	Xây dựng mô hình canh tác thích ứng với biến đổi khí hậu và nâng cao hiệu quả sử dụng đất	+ Khai thác hiệu quả tiềm năng, nguồn lợi thủy sản, hình thành mô hình sản xuất thích ứng với BĐKH và nâng cao thu nhập cho nông hộ. + Thích ứng với BĐKH, NBD; bảo vệ môi trường; tăng cường khả năng tiêu thoát nước cho chống ngập úng khi mưa lớn, mưa cực đoan kéo dài.	2022 – 2023	<i>Đơn vị ứng dụng giải pháp:</i> Sở NN&PTNT, UBND huyện Giồng Trôm, UBND xã Hưng Phong; <i>Chi tiết:</i> Nằm trong danh mục các nhiệm vụ, dự án giai đoạn 2021 – 2030 (theo Quyết định 2460/QĐ-UBND).
5	Tuyên truyền, vận động người dân nâng cao ý thức bảo vệ môi trường đất, nước mặt, phòng ngập úng, sụt lún	Nâng cao ý thức bảo vệ môi trường, phòng ngập, tình trạng sụt lún của người dân thông qua hoạt động tuyên truyền và tập huấn	Hàng năm	<i>Đơn vị ứng dụng giải pháp:</i> UBND xã Hưng Phong; <i>Chi tiết:</i> Bảng tin, phương tiện phát thanh của Xã
6	Định hướng, lồng ghép giải pháp quản lý thiên tai (ngập úng, sụt lún, xâm nhập mặn, mưa lớn) trong xây dựng nông thôn mới	Nhằm nâng cao năng lực cán bộ, các tổ cộng đồng, khả năng thích ứng tại địa phương	Hàng năm	<i>Đơn vị ứng dụng giải pháp:</i> UBND xã Hưng Phong; Chương trình xây dựng nông thôn mới của Xã
7	Triển khai mô hình du lịch homestay nhà sàn hiện đại ở xã Hưng Phong, huyện Giồng Trôm	Thích ứng với ngập úng, sụt lún nền kết hợp du lịch nhà sàn	2025-2030	<i>Đơn vị ứng dụng giải pháp:</i> UBND xã Hưng Phong; Sở Văn

STT	Nhóm/ Tên dự án	Mục tiêu	Giai đoạn	Thực hiện
				hoá, Thể thao và Du lịch; <i>Chi tiết:</i> Chính quyền đồng hành cùng nhân dân triển khai.
8	Tăng cường phát triển và cải thiện hệ thống cảnh báo sớm về thiên tai: mưa lớn, triều cường; mở rộng hệ thống quan trắc sụt lún, biến động mực nước ngầm	+ Nhằm bắt tình hình, biến động mực nước mặt, nước ngầm, tốc độ sụt lún theo thời gian tại địa phương; + Cập nhật thông tin cho người dân qua hệ thống cảnh báo, dự báo bằng SMS, Zalo, phương tiện phát thanh, bảng thông báo của Xã. + Phát huy hiệu quả của hệ thống cảnh báo sớm bao gồm: dự báo, hệ thống truyền tin, cảnh báo, báo động	2025-2030	<i>Đơn vị ứng dụng giải pháp:</i> UBND xã Hưng Phong, Sở TNMT, Sở NN &PTNT, Đài KTTV tỉnh Bến Tre; <i>Chi tiết:</i> + Bảng tin, phương tiện phát thanh của Xã, mỗi người dân là một cán bộ dự báo. + Duy trì hệ thống 04 vị trí quan trắc nước dưới đất, lún hiện tại và mở rộng điểm quan trắc cho cù lao dựa trên sự hỗ trợ của Tỉnh.
9	Lập bản đồ tính dễ bị tổn thương và các biện pháp thích ứng với BĐKH-NBD, thiên tai trên địa bàn xã đảo Hưng Phong/tỉnh Bến Tre	+ Lồng ghép giảm nhẹ rủi ro thiên tai và thích ứng với BĐKH-NBD vào quy hoạch phát triển của Tỉnh/Huyện/Xã. + Nâng cao nhận thức của cộng đồng về hiểm họa.	2025 - 2030	<i>Đơn vị ứng dụng giải pháp:</i> Sở KHCN, Sở TNMT, Sở NN &PTNT, UBND huyện Giồng Trôm, UBND xã Hưng Phong
II	Công trình			
1	Xây dựng tuyến đê bao chống ngập, kiểm soát mặn, trữ ngọt kết hợp đường giao thông	Ngăn triều cường, ngăn mặn, trữ ngọt phục vụ sản xuất, dân sinh; Chủ động kiểm	2022-2024	+ Nằm trong danh mục các nhiệm vụ, dự án giai đoạn 2021 –

STT	Nhóm/ Tên dự án	Mục tiêu	Giai đoạn	Thực hiện
	xã Hưng Phong, huyện Giồng Trôm, tỉnh Bến Tre (giai đoạn 1)	soát và điều tiết nguồn nước phục vụ sản xuất cho khoảng 622,94 ha đất sản xuất nông nghiệp; Kết hợp phát triển giao thông, tạo điều kiện phát triển kinh tế - xã hội và cải thiện môi trường vùng dự án, góp phần đáng kể vào việc phát triển kinh tế của địa phương, đặc biệt là sinh thái miệt vườn.		2030 (theo Quyết định 2460/QĐ-UBND). + Đang thi công do Ban QLDA Đầu tư Xây dựng các công trình NN & PTNT tỉnh Bến Tre làm chủ đầu tư. + Chiều dài giai đoạn 1 là 9,6 km.
2	Xây dựng tuyến đê bao chống ngập, kiểm soát mặn, trữ ngọt kết hợp đường giao thông xã Hưng Phong, huyện Giồng Trôm, tỉnh Bến Tre (giai đoạn 2)	Mục tiêu Giồng giai đoạn 1; khép kín tuyến đê bao bảo vệ xã đảo Hưng Phong với chiều dài còn lại 1,50 km	2025-2030 (ưu tiên triển khai trong giai đoạn này)	<i>Đơn vị ứng dụng giải pháp:</i> Ban QLDA Đầu tư Xây dựng các công trình NN&PTNT tỉnh Bến Tre <i>Chi tiết giải pháp:</i> + Nằm trong danh mục các nhiệm vụ, dự án giai đoạn 2021 – 2030 (theo Quyết định 2460/QĐ-UBND); + Khép kín tuyến đê bao, chiều dài khoảng 5,0 km; + Kinh phí dự kiến: 45 tỷ đồng
3	Xây dựng tuyến đê bao chống ngập, kiểm soát mặn, trữ ngọt kết hợp đường giao thông xã Hưng Phong, huyện Giồng Trôm, tỉnh Bến Tre (giai đoạn 3)	+ Ứng phó với sự gia tăng cực đoan của mực nước sông Hàm Luông trong tương lai dưới tác động của nước biển dâng; thích ứng sụt lún.	Sau năm 2045	<i>Đơn vị ứng dụng giải pháp:</i> Ban Quản lý Dự án Đầu tư xây dựng các công trình NN&PTNT tỉnh Bến Tre.

STT	Nhóm/ Tên dự án	Mục tiêu	Giai đoạn	Thực hiện
		+ Nhằm đảm bảo giao thông, đi lại thuận tiện, phát triển kinh tế - xã hội, dễ dàng cho người dân khi xảy ra ngập do mưa, do sụt lún, phục vụ cho công tác ứng cứu, sơ tán khi thiên tai đột ngột diễn ra trong tương lai.		<i>Chi tiết giải pháp:</i> + Tuyến đê bao khép kín, tổng chiều dài khoảng 14,6km, Nâng cấp đồng bộ lên cao trình +3,5 m. + Kinh phí dự kiến 116,8 tỷ đồng.
4	Nâng cấp, cải tạo các tuyến đường ngang kết nối tuyến đê bao và khu vực lân cận	+ Mạng lưới giao thông nội bộ có chức năng kết nối các khu vực với khả năng tiếp cận cao hơn và kết nối nhanh tới các tuyến đường giao thông đê bao. + Nhằm đảm bảo giao thông, đi lại thuận tiện, phát triển kinh tế - xã hội, dễ dàng cho người dân khi xảy ra ngập do mưa, do sụt lún, phục vụ cho công tác ứng cứu, sơ tán khi thiên tai đột ngột diễn ra trong tương lai.	2025-2030	<i>Đơn vị ứng dụng giải pháp:</i> UBND huyện Giồng Trôm, Ban QLDA Đầu tư Xây dựng các công trình NN & PTNT tỉnh Bến Tre; Sở Giao thông Vận tải, Sở NN & PTNT, UBND xã Hưng Phong. <i>Chi tiết:</i> Nằm trong danh mục các nhiệm vụ, dự án giai đoạn 2021 – 2030 (theo Quyết định 2460/QĐ-UBND).
5	Xây dựng hồ điều tiết phân tán giảm ứng ngập cục bộ và phục vụ sản xuất nông nghiệp cho khu vực xã Hưng Phong, huyện Giồng Trôm	Tiêu thoát nước vào mùa mưa giảm ngập ứng do mưa; cung cấp nước tưới tiêu cho nông nghiệp (trồng có múi (bưởi, quýt), măng cầu...), sản xuất	2030-2035	<i>Đơn vị ứng dụng giải pháp:</i> UBND huyện Giồng Trôm, UBND Xã Hưng Phong, Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; Ban QLDA Đầu tư Xây dựng các

STT	Nhóm/ Tên dự án	Mục tiêu	Giai đoạn	Thực hiện
				công trình NN & PTNT. <i>Chi tiết:</i> xây dựng 04 hồ.
6	Xây dựng hồ điều hòa trữ ngọt kết hợp phát triển du lịch sinh thái ấp Hưng Quý, xã Hưng Phong, huyện Giồng Trôm	Tạo thành cụm du lịch sinh thái, đồng thời tiêu thoát nước vào mùa mưa giảm ngập úng do mưa; Chứa nước ngọt vào mùa khô, phòng chống khô, hạn, mặn cung cấp nước tưới tiêu cho nông nghiệp (trồng có múi (bưởi, quýt), măng cầu...), sản xuất	Sau năm 2045	<i>Đơn vị ứng dụng giải pháp:</i> UBND huyện Giồng Trôm, UBND Xã Hưng Phong, Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; Ban QLDA Đầu tư Xây dựng các công trình NN & PTNT. <i>Chi tiết:</i> xây dựng 01 hồ.
7	Nạo vét, khơi thông hệ thống rạch nội đồng, cụ thể là: rạch Thóc (ấp Hưng Phú), rạch Chín Xê (ấp Hưng Long), rạch Cây Cui (ấp Hưng Quý), rạch Cái Đồi Tôm (ấp Hưng Điền)	+ Phục vụ cung cấp nước cho các hồ điều tiết. + Đảm bảo tiêu thoát nước giảm ngập úng do mưa; Trao đổi nước ra-vào hồ điều hoà; Giữ mực nước thủy cấp luôn được duy trì ở mức cho phép để vườn cây trồng không bị khô hạn vào mùa khô – tránh ngộ độc cây trồng vào đầu mùa mưa.	Hàng năm	<i>Đơn vị ứng dụng giải pháp:</i> UBND huyện Giồng Trôm, UBND Xã Hưng Phong, Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; Ban QLDA Đầu tư Xây dựng các công trình NN & PTNT. <i>Chi tiết:</i> Sau khi hoàn thành cụm công trình đê bao, cống và xây dựng các hồ điều tiết
8	Nâng cấp và gia cố cốt nền những hạ tầng quan trọng trong 07 khu vực nội đồng Hưng Phong	+ Nhằm thích ứng và ứng phó với thực trạng sụt lún ở Hưng Phong, cao trình sẽ suy giảm đến năm 2045 với tốc độ sụt lún như hiện nay.	Sau năm 2045	<i>Đơn vị ứng dụng giải pháp:</i> UBND huyện Giồng Trôm, UBND xã Hưng Phong, Ban QLDA Đầu tư

STT	Nhóm/ Tên dự án	Mục tiêu	Giai đoạn	Thực hiện
		+ Chống úng ngập do mưa lớn, mưa cực đoan.		Xây dựng các công trình NN & PTNT. <i>Chi tiết:</i> + Nâng cao trình từ (+1,0 – 1,5m) lên (+2,0 – 2,5 m). + Dựa trên ngân sách của địa phương để đề xuất thứ tự ưu tiên đầu tư cho từng khu vực.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

KẾT LUẬN

Đề tài KHCN cấp tỉnh “*Nghiên cứu thực trạng sụt lún, ngập úng và đề xuất giải pháp thích ứng tại xã đảo Hưng Phong, huyện Giồng Trôm*” do Viện Kỹ thuật Biển chủ trì thực hiện đã hoàn thành các sản phẩm khoa học công nghệ đặt hàng theo Thuyết minh Đề cương được phê duyệt và Hợp đồng ký kết.

Với mục tiêu chính của đề tài bao gồm: (i) Xác định được hiện trạng sụt lún và ngập tại xã đảo Hưng Phong; (ii) Xây dựng được các bản đồ cảnh báo sụt lún và ngập tại các khu vực điển hình trên đảo trong điều kiện xây dựng công trình hạ tầng, khai thác nước ngầm, do mưa và triều gây ra ở kịch bản điển hình và cực đoan; (iii) Đề xuất giải pháp thích ứng, giảm nhẹ phục vụ quá trình phát triển KT-XH đến 2035 tầm nhìn đến năm 2045 trong điều kiện BĐKH - NBD, khai thác thượng nguồn. Đề tài đã góp phần cung cấp cơ sở khoa học, thực tiễn thông qua bộ tài liệu khảo sát thực địa, quan trắc thực địa, tính toán mô phỏng ngập lụt, sụt lún, phân tích các nguyên nhân chính, dự báo định lượng mức ngập, sụt lún và đề xuất các giải pháp giảm thiểu ngập lụt, sụt lún và Danh mục các dự án cần thực hiện trong tương lai đến năm 2035, năm 2045. Trong quá trình thực hiện đề tài với tổng thời gian 15 tháng, với tinh thần trách nhiệm cao nhất của nhóm nghiên cứu, đề tài đã đạt được những kết quả cụ thể như sau:

1. Đã xây dựng được bộ tài liệu, số liệu có giá trị tham khảo về vấn đề ngập lụt, sụt lún đã thực hiện ở các đề tài, dự án; bộ tài liệu số liệu về kết quả điều tra thực địa truy tìm vết ngập, vết lún, kết quả điều tra xã hội học trong phạm vi dự án đáng tin cậy; đề tài đã thực hiện được bộ tài liệu – dữ liệu quý giá liên quan đến công tác khảo sát địa hình (khoảng 1.277,78 ha), bộ tài liệu địa chất công trình, địa chất thủy văn và dữ liệu thực đo theo quý, theo tháng trong thời gian 12 tháng. Đây là bộ dữ liệu quan trọng khẳng định về hiện tượng ngập lụt và sụt lún đang diễn ra trên xã đảo Hưng Phong.

2. Đề tài đã tiến hành đánh giá tổng thể về các nghiên cứu liên quan đến ngập lụt và sụt lún đã thực hiện ở Việt Nam và trên thế giới. Tổng hợp các nguyên nhân

chính gây nên sụt lún, ngập lụt. Phân tích các phương pháp nghiên cứu, đánh giá các kết quả nghiên cứu. Thông qua kết quả phân tích, khẳng định rằng, hiện tượng sụt lún và ngập lụt đang diễn ra mạnh mẽ trên diện rộng ở các thành phố bị ảnh hưởng do đô thị hóa nhanh, khai thác nước dưới đất, tập trung phần lớn ở vùng đồng bằng ven biển ở phạm vi thế giới nói chung và khu vực ĐBSCL nói riêng.

3. Kết quả điều tra hiện trường (sụt lún, ngập), điều tra xã hội học (69 phiếu) cho thấy, hiện tượng ngập úng diễn ra nhiều vào thời điểm cuối mùa mưa, dịp cuối năm; Địa hình khu vực nghiên cứu khá bằng phẳng, bị chia cắt nhiều bởi các kênh rạch nối ra sông lớn, cao độ phổ biến từ +0,5m đến +2,2m; Nguyên nhân ngập úng theo đánh giá của phiếu điều tra chủ yếu do triều cường và sụt lún đất, không có nguyên nhân do khai thác nước dưới đất kể từ năm 2020. Mức ngập phổ biến từ 30-80cm tùy theo thời điểm ngập trong năm.

4. Kết quả khảo sát địa chất tại 4 hố khoan địa chất tại 4 vị trí vùng lõi của xã đảo cho thấy địa tầng khu vực nghiên cứu khá đồng nhất, lớp đất bùn sét yếu chiếm ưu thế chủ đạo, chiều dày gần 30m, phía dưới lớp bùn sét là lớp cát pha – sét pha có kết cấu cứng chắc. Kết quả quan trắc lún mặt, lún sâu tại ĐC 02 và ĐC 04; mực NĐĐ tại ĐC 03 ở tầng Holocen trong 01 năm cho biết: (1) Các giá trị mực NĐĐ quan trắc vẫn ở giới hạn cho phép, rất ổn định về mực NĐĐ và chưa phải đưa ra cảnh báo vì khai thác quá mức. (2) Sụt lún đang xảy ra ở KVNC thể hiện qua kết quả quan trắc lún ở 02 vị trí (02 điểm/1.277,78 ha) là *độ lún 1,37 – 9,53 cm, trung bình là 4,26 cm trong 1 năm*; độ lún sâu là 2,12 – 6,40 cm.

5. Đề tài đã đánh giá được nguyên nhân và cơ chế gây ngập úng và sụt lún cho xã đảo Hưng Phong như sau:

- Xã Hưng Phong bị ngập do 04 nguyên nhân là **i)** do triều cường; **ii)** do mưa lớn; **iii)** do sụt lún nền đất; **(iv)** Nguyên nhân khác: lũ thượng nguồn, BĐKH, NBD; chuyển đổi cơ cấu sử dụng đất và ngập do triều cường là nguyên nhân chính yếu, do mưa và sụt lún nền đất khiến ngập úng ở Hưng Phong trở nên nghiêm trọng hơn. Bên cạnh đó, cơ chế gây ngập úng cũng chia thành ba loại như sau: **(i)** Cơ chế ngập úng do triều cường; **(ii)** Cơ chế ngập úng do mưa; **(iii)** Cơ chế tổng hợp.

- Ba nguyên nhân gây sụt lún ở KVNC theo tác nhân tự nhiên là **(i)** Nội sinh: sự tự co kết của các lớp trầm tích trẻ, đang nén lại; **(ii)** Ngoại sinh: sự gia tăng tải trọng từ phát triển dân cư, cơ sở hạ tầng và giao thông vận tải trên nền đất tự nhiên đang nén lại; **(iii)** Nguyên nhân khác: sự thay đổi phù sa do khai thác thượng nguồn. Đề tài cũng đã xác định rằng khai thác NĐĐ không phải là nguyên nhân gây sụt lún ở xã đảo Hưng Phong. Trong đó nội sinh là nguyên nhân chính yếu gây ra sụt lún ở Hưng Phong hiện nay.

- Cơ chế chủ yếu gây ra sự sụt lún kéo theo sự suy giảm cao trình tại xã đảo Hưng Phong là: Sự co kết trầm tích Holocen tăng nồng độ chất tải trầm tích tự nhiên, gia tăng chất tải của con người.

6. Đề tài đã ứng dụng bộ mô hình ngập úng MIKE FLOOD kết hợp giữa mô đun 1D (MIKE 11 HD+RR) với mô đun 2D (MIKE 21 FM) dựa trên bộ tài liệu dữ liệu mưa, lưu vực, mạng lưới sông, rạch tỉnh Bến Tre và KVNC và dữ liệu địa hình để đánh giá nguy cơ ngập úng trong điều kiện hiện trạng và có công trình với các thông số mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định độ tin cậy cao. Kịch bản tính toán gồm 3 tổ hợp bất lợi gây ngập (triều – mưa – lũ thượng nguồn – sụt lún đất) và tính với 2 trường hợp gồm khi chưa xây dựng công trình đê bao (địa hình hiện trạng) và khi xây dựng đê bao. Kết quả nghiên cứu cho thấy:

- Hiện tượng ngập có nguy cơ diễn ra nghiêm trọng trong điều kiện hiện trạng (chưa có tuyến đê bao) tại KVNC nếu xảy ra tổ hợp ngập bất lợi do các yếu tố triều, mưa, sụt lún và lũ thượng nguồn (vào năm điển hình và cực đoan) với tỉ lệ ngập lên đến xấp xỉ 55% DTTN (1.277,78 ha) của xã đảo Hưng Phong. Diện tích ngập ngày càng gia tăng, biến động từ 600 ha tăng lên đến 700 ha (tổ hợp bất lợi nhất đến năm 2045).

- Tính toán mô phỏng trường hợp khi có hệ thống đê bao (có công trình) thì xã đảo Hưng Phong đã được bảo vệ, tuy nhiên do tuyến đê bao chưa khép kín (tuyến đê chỉ mới đầu tư khoảng hơn 50%) cho nên ngập úng vẫn xảy ra cùng mưa lớn cùng sụt lún mặt đất với tỉ lệ ngập khoảng 17,95 – 30,66% trên DTTN của xã đảo. Tuyến đê bao đã giúp giảm ngập với hiệu quả giảm ngập lên đến 61,62 - 67,5% (cho tổ hợp

mưa, triều lũ năm điển hình); hiệu quả giảm ngập lên đến 57,85 – 61,93% (tổ hợp mưa, triều, lũ và sụt lún mặt đất cho năm điển hình); hiệu quả giảm ngập khoảng 45,2 – 54,03% ở tổ hợp ngập năm cực đoan (lũ lớn, triều cường năm 2011, năm mưa nhiều 2008 với $P\% < 10\%$).

7. Đề tài cũng xây dựng thành công mô hình toán NĐĐ dựa trên bộ mô hình Visual MODFLOW cho TCN Holocen ở KVNC. Từ đó đánh giá nguy cơ sụt lún theo các kịch bản giả định khai thác NĐĐ và đưa ra cảnh báo về việc khai thác nước dưới đất sẽ làm trầm trọng hóa vấn đề ngập tại xã đảo trong tương lai (2035, 2045) nếu có. Theo kết quả tính toán dự báo, nếu khai thác NĐĐ (nếu có trong tương lai) thì sụt lún sẽ nghiêm trọng hơn cùng với các nguyên nhân khác như: lún cố kết, gia tăng tải trọng do công trình xây dựng, giao thông sẽ đẩy xã đảo Hưng Phong chìm nhanh hơn dưới sông Hàm Luông.

8. Đề tài đã đề xuất các giải pháp giảm thiểu hiện tượng ngập úng, sụt lún cho khu vực xã đảo Hưng Phong. Các giải pháp đề xuất căn cứ vào cơ sở pháp lý, được lồng ghép vào quy hoạch, kế hoạch đã phê duyệt của khu vực nghiên cứu. Kết hợp đồng bộ giải pháp phi công trình và giải pháp công trình. Trong đó, giải pháp công trình cần tiếp tục hoàn thiện hệ thống đê bao giai đoạn 2 và nâng cấp tuyến đường hiện hữu lên cao trình +3,0m nhằm khép kín và tăng khả năng bảo vệ xã Hưng Phong; giai đoạn 3: nâng cấp tuyến đê bao và tuyến đường kết hợp đường giao thông lên cao trình +3,5m (đến năm 2045). Giai đoạn 2025-2030, nạo vét, khơi thông kênh, rạch để tạo 04 hồ điều tiết nhỏ phân tán trên toàn bộ cù lao, cao độ nạo vét từ -3,0m đến -5,0m kết hợp trạm bơm để hoàn thiện hệ thống tiêu thoát nước, cụ thể là nạo vét, khơi thông hệ thống rạch Thóc, Sáu Đạt, Cây Cui và Cái Đôi Tôm; Nâng cao cốt nền những hạ tầng quan trọng trong 07 khu vực trũng thấp do sụt lún và bị ngập úng cục bộ lên +2,0m đến +2,5m và gia tăng trữ nước mưa tự nhiên thông qua các công cụ trữ nước phổ thông. Đề xuất Bảng danh mục các dự án cụ thể hướng đến mục tiêu giảm ngập, giảm sụt lún cần thực hiện trong tương lai bao gồm 08 giải pháp công trình và 09 giải pháp phi công trình, được sắp xếp theo mức độ ưu tiên, phân kỳ thời gian thực hiện.

9. Đề tài đã xây dựng được các bản đồ ngập lụt (hiện trạng, đến 2035, đến 2045), các bản đồ dự báo mức độ và phạm vi sụt lún do khai thác mực nước ngầm (nếu có trong tương lai) làm cơ sở ứng dụng thực tiễn. Bản đồ được xây dựng theo chuẩn bản đồ số phục vụ cho việc triển khai kết quả đề tài vào thực tiễn quản lý.

10. Đề tài đã xuất bản 02 bài báo đã đăng trên Tạp chí uy tín, trong danh sách Tạp chí của Hội đồng Giáo sư nhà nước. Cụ thể:

(1) *Lê Văn Tuấn, Hồ Công Toàn, Nguyễn Đàm Quốc Huy, Nguyễn Thị Kim Thảo, Nguyễn Thị Thạch Thảo, Trần Thị Chúc Linh (2023), Đánh giá tác động của ngập đến cù lao Hưng Phong dưới ảnh hưởng của nước biển dâng, Tạp chí Khoa học và Công nghệ thủy lợi, Số 81, 35-45, ISSN: 1859-4255.*

(2) *Nguyễn Đàm Quốc Huy, Lê Văn Tuấn, Hồ Công Toàn (2024), Phân tích diễn biến ngập úng theo không gian và thời gian ở cù lao Hưng Phong, tỉnh Bến Tre dựa trên ảnh viễn thám Sentinel-1, Tạp chí Khoa học và Công nghệ thủy lợi, Số 82, 4-2024, 76-87, ISSN: 1859-4255.*

11. Kết quả về đào tạo:

Cung cấp số liệu, hỗ trợ đào tạo Đại học. Tên luận văn: “*Phân tích đánh giá biến thiên độ mặn và các yếu tố vật lý trên sông Tiền, tỉnh Bến Tre*”. Sinh viên Trần Thị Quỳnh Như đã thực hiện và hoàn thành bảo vệ luận văn tốt nghiệp vào tháng 07/2023, chuyên ngành Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM.

KIẾN NGHỊ

(1) Trên cơ sở kết quả đề tài, bộ bản đồ dự báo cảnh báo, đề nghị các sở ban ngành liên quan trong tỉnh và địa phương tiến hành phổ biến rộng rãi kết quả đề tài, lưu trữ làm cơ sở tham khảo cho những đề tài, dự án, công trình liên quan đến khu vực nghiên cứu thuộc xã đảo Hưng Phong. Về phía địa phương, cần phổ biến hình ảnh, vị trí có thể gây ngập theo các mốc thời gian để nhân dân địa phương được biết. Hạn chế cấp phép xây dựng tại nơi đang xảy ra hiện tượng ngập do triều cường hoặc cảnh báo người dân nâng nền công trình cho phù hợp với điều kiện thực tế.

(2) Đề nghị UBND tỉnh tiếp tục đầu tư hoàn chỉnh hệ thống đê bao chống ngập

cho khu vực xã đảo Hưng Phong, việc khép kín tuyến đê bao sẽ giúp nguy cơ ngập lụt do triều cường không còn diễn ra, đảm bảo đời sống cho nhân dân và quá trình phát triển kinh tế - xã hội của xã đảo. Ngoài ra, tiếp tục nghiên cứu triển khai đầu tư dự án về xây dựng hồ điều hòa (tập trung và phân tán) trên địa bàn xã đảo nhằm ứng phó với hiện tượng úng ngập sau khi hệ thống đê bao hoàn thành khép kín.

(3) Dựa trên danh mục đề tài đề xuất, cần ưu tiên đầu tư các danh mục dự án công trình theo mức độ phân loại, trong quá trình thực hiện cần tiến hành kết hợp đồng bộ nhiều mục tiêu để đảm bảo tính đồng bộ và phát huy hiệu quả của dự án.

(4) Khu vực xã đảo cần xây dựng bộ phận quan trắc cảnh báo sớm, có hệ thống kết nối với hệ thống cảnh báo sớm về thiên tai: mưa lớn, triều cường địa phương, vùng và Trung ương.

(5) Đề tài bàn giao lại 04 mốc quan trắc cho địa phương quản lý, , tránh hư hỏng, mất mát tài sản Nhà nước. Kiến nghị mở rộng số điểm quan trắc sụt lún, biến động mực NĐĐ, và tiếp tục duy trì quan trắc lún, NĐĐ tại 04 mốc (hiện có) tối thiểu 05 năm dựa trên nguồn kinh phí của Tỉnh cho xã đảo Hưng Phong.

(6) Hiện tượng ngập úng và sụt lún đang diễn ra trong phạm vi rộng trên toàn tỉnh, đề nghị UBND tỉnh quan tâm thực hiện các đề tài có tính chất tương tự đề tài này làm cơ sở cho việc thích ứng với sụt lún và biến đổi khí hậu tại các khu vực quan trọng, nhạy cảm, khu vực thị trấn, thị xã đông dân cư. Ưu tiên cho phép thực hiện đề tài hoặc dự án *“Lập bản đồ phân vùng rủi ro do ngập và sụt lún đất thích ứng với biến đổi khí hậu và nước biển dâng, phục vụ nâng cấp hạ tầng và phù hợp kế hoạch phát triển kinh tế xã hội giai đoạn 2025-2035, tầm nhìn 2050”*. Đây là đề tài có tính ứng dụng cao, mang lại hiệu quả thiết thực cho địa phương./.