

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ AN TOÀN ĐÊ, KÈ BIỂN TỈNH NAM ĐỊNH THEO PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH HÀM THỨ CẤP - AHP

Nguyễn Tiến Dương, Nguyễn Văn Hùng

Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sóng biển

Tóm tắt: Bài báo nghiên cứu đánh giá mức độ an toàn đê, kè biển trong điều kiện biến đổi khí hậu có xét tới nước biển dâng theo phương pháp phân tích hàm thứ cấp - Analytic Hierarchy Process (AHP). Với cách tiếp cận mới này, cho phép xác định trọng số tác động riêng rẽ và tổ hợp tác động chung tới mức độ an toàn của đê, kè biển của các yếu tố: Tác động của sóng; Kết cấu kè bảo vệ đê, kè; Địa chất nền đê, kè gây xói ngầm, đẩy trôi; Trượt mái phía biển; Trượt mái phía đồng; Hiện tượng xói chân đê, kè biển. Từ đó giúp các nhà quản lý có thể nắm được các trọng điểm xung yếu cần quan tâm của tuyến đê biển và đưa ra các kế hoạch ứng phó thích hợp.

Từ khóa: Hàm thứ cấp, AHP, Bản đồ rủi ro

Summary: This paper analyze evaluating level of safety dyke, embankment in condition climate changing with rising sea water level by Analytic Hierarchy Process (AHP) method. With this new approaching, allow to determine of density separate impact and combination impact to level of safety sea dyke, embankment consist of: Impact of wave; structure protect dyke, embankment; Geology of dyke, embankment causing erosion; Slide seaward slope; Slide filedward slope; Erosion the toe of embankment. After that managers can know weak position need to care of sea dyke and proposing prevention suitable plan

Keywords: Analytic Hierarchy Process, AHP, Risk map

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đã có nhiều phương pháp phân tích đánh giá rủi ro, mức độ an toàn đối với hệ thống đê như: đánh giá rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng, phương pháp điều tra, phương pháp tích hợp bản đồ,... Tuy nhiên cách tiếp cận theo phương pháp AHP được sử dụng phổ biến hơn cả. Phương pháp AHP được Thomas L. Saaty phát triển vào những năm đầu thập niên 1980, và được biết đến như là quy trình phân tích thứ bậc nhằm giúp xử lý các vấn đề ra quyết định đa tiêu chuẩn phức tạp. Đê biển tỉnh Nam Định có vai trò quan trọng trong việc bảo vệ con người, diện tích canh tác và tài sản của 3

huyện ven biển: Giao Thủy, Hải Hậu, Nghĩa Hưng. Hàng năm, qua mỗi mùa mưa bão, hệ thống đê biển luôn phải đối mặt với nhiều tác động bất lợi từ thiên nhiên đem lại gây nguy cơ mất an toàn đê cao. Để duy tu, bảo dưỡng nhằm phát huy tối đa ý nghĩa và tuổi thọ của công trình đã có nhiều dự án, đề tài nghiên cứu được triển khai. Tuy nhiên, bên cạnh những thành công đem lại vẫn còn nhiều những hạn chế, thiếu sót trong quá trình đầu tư như: đầu tư xây dựng chưa đúng chỗ, giải pháp kỹ thuật đưa ra chưa đảm bảo, buông lỏng quản lý trong giám sát quản lý chất lượng công trình,... Những hạn chế trên đã và đang gây lãng phí đầu tư của ngân sách nhà nước và của doanh nghiệp. Thêm vào đó, trong điều kiện biến đổi khí hậu kết hợp với nước biển dâng, việc xem xét mức độ an toàn của đê, kè biển

Ngày nhận bài: 05/4/2017

Ngày thông qua phản biện: 17/5/2017

Ngày duyệt đăng: 25/5/2017

cần phải được tiến hành kỹ càng và. Bởi lẽ, nếu không tiếp cận đúng sẽ lại gây lãng phí tiền bạc, công sức và thời gian của nhà nước và doanh nghiệp. Việc nghiên cứu đánh giá mức độ an toàn của đê, kè biển theo phương pháp phân tích hàm thứ cấp sẽ là một công cụ hỗ trợ cho việc xác định các trọng điểm cần quan tâm đối với các nhà quản lý.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Đối tượng nghiên cứu của cách tiếp cận trên là hệ thống đê, kè biển tỉnh Nam Định với sự tác động của các yếu tố: Tác động của sóng; Kết cấu kè bảo vệ đê, kè; Địa chất nền đê, kè gây xói ngầm, đẩy trôi; Trượt mái phía biển; Trượt mái phía đồng; Hiện tượng xói chân đê, kè biển

Phương pháp nghiên cứu phân tích theo hàm thứ cấp dựa vào 3 nguyên tắc: (i) thiết lập thứ bậc, (ii) so sánh giữa các cặp yếu tố, (iii) xác định các ma trận trọng số. Trong phương pháp này, người được phỏng vấn phải diễn tả ý kiến của mình đối với từng cặp yếu tố. Để phân cấp hai tiêu chuẩn Saaty (1970) đã phát triển một loại ma trận đặc biệt gọi là ma trận so sánh cặp. Những ma trận đặc biệt này được sử dụng để liên kết 2 tiêu chuẩn đánh giá theo một thứ tự của thang phân loại.

	Yếu tố i	Yếu tố j	Yếu tố k
Yếu tố i	1	a_{ij}	a_{ik}
Yếu tố j	$1/a_{ij}$	1	a_{jk}
Yếu tố k	$1/a_{ik}$	$1/a_{jk}$	1

Tỷ số nhất quán CR được tính theo công thức:
 $CR = IC / RI$

IC: Chỉ số nhất quán, được xác định theo các bước sau

- Tính vector tổng có trọng số = ma trận so sánh x vector trọng số
- Tính vector nhất quán = vector tổng có trọng

số/ vector trọng số

- Xác định $\lambda_{\max}$ (giá trị riêng ma trận so sánh) và IC (chỉ số nhất quán):

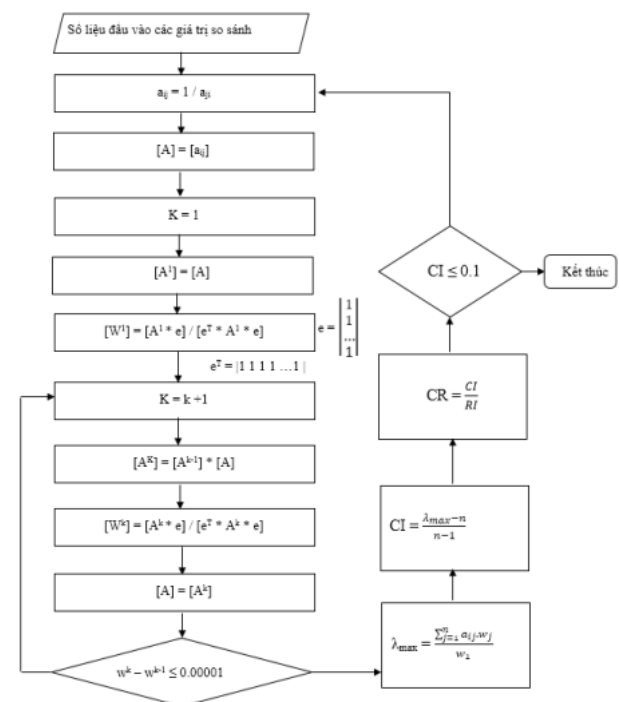
+ $\lambda_{\max}$: trị riêng của vector nhất quán

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ii} w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

+ $IC = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$

Bảng 1. Bảng phân loại chỉ số ngẫu nhiên RI

n	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49



Trong phạm vi nghiên cứu của đề tài, mức độ an toàn đê, kè biển của tỉnh Nam Định được xem xét bởi sự tác động các yếu tố sau: (i) Tác động của sóng; (ii) Kết cấu kè bảo vệ đê, kè; (iii) Địa chất nền đê, kè gây xói ngầm, đẩy trôi; (iv) Trượt mái phía biển; (v) Trượt mái phía đồng; (vi) Hiện tượng xói chân đê, kè biển.

Mỗi một yếu tố xem xét đến khả năng gây nguy hại, mất an toàn cho tuyến đê biển bao gồm tổ hợp của nhiều các yếu tố thành phần tác động đến đê, kè biển. Xem xét mức độ tin cậy của các yếu tố

• Sóng tràn qua đỉnh đê

Sóng tràn và chảy tràn đỉnh đê xảy ra khi mực nước biển có kể đến ảnh hưởng của sóng leo ($Z_{\max}$) cao hơn cao trình đỉnh đê (Z_c). Hàm độ tin cậy trong trường hợp này như sau:

$$Z = Z_c - Z_{\max}$$

Trong đó: Z_c là cao trình đỉnh đê; $Z_{\max}$: Mực nước lớn nhất trước đê (bao gồm nước dâng do sóng leo và các yếu tố khác).

Cơ chế này xảy ra khi $Z < 0$, do đó xác suất xảy ra hiện tượng sóng tràn/chảy tràn đỉnh đê là $P(Z < 0)$.

Cao trình đỉnh đê: Giả thiết cao trình đỉnh đê tuân theo luật phân phối chuẩn. Trị trung bình lấy giá trị của đê hiện tại, độ lệch chuẩn lấy là 0.1m được coi là sai số trong quá trình thi

công.

Mực nước biển lớn nhất: $Z_{\max} = \text{DWL} + \text{Run-up level}$

$$\text{DWL} = \text{MHWL}(\text{MSL} + \text{High tide}) + \text{Surge} + \text{Sea level rise.}$$

Trong đó:

- MHWL: Mực nước biển trung bình nhiều năm tính toán trong thời kỳ triều cường, xác định căn cứ vào số liệu thực đo. MHWL tuân theo phân bố chuẩn $N(2.29; 0.071)$.

- Surge: Độ dâng cao do gió (wind setup).

- MS. Rise: Mực nước dâng cao do hiệu ứng nhà kính.

- Run-up level: Nước dâng do sóng leo

Bảng 2. Đặc trưng thống kê của các đại lượng

X	Mô tả biến ngẫu nhiên	Đơn vị	Luật phân phối	Đặc trưng thống kê	
				Kỳ vọng	Độ lệch
MHWL	MNBTB	m	Normal	2.29	0.071
Surge	Dềnh cao do bão	m	Normal	1.0	0.2
S.L rise	Nước dâng do hiệu ứng nhà kính	m	Normal	0.1	0.05
Zbed	Cao trình bãi trước chân đê	m	Normal	nom	0.2
a	Hệ số kinh nghiệm		Normal	0.5	0.05
d	Chiều sâu nước trước đê	m	$= \text{DWL} - Z_{\text{bed}} = (\text{MHWL} + \text{Surge} + \text{S.L.Rise}) - Z_{\text{bed}}$		
H_s	Chiều cao sóng thiết kế	m	$= a \cdot d = a \cdot \{(\text{MHWL} + \text{Surge} + \text{S.L.Rise}) - Z_{\text{bed}}\}$		
K_{Δ}	Ảnh hưởng do độ nhám của đê	m	Normal	nom	0.05
K_w	Ảnh hưởng của gió		der	1	
K_p	Hệ số quy đổi tần suất	m	der	1.65	
m	Mái dốc trên đê phía biển	m	Normal	4	0.15
T_m	Chu kỳ sóng trung bình	s	Deter	Nom (0.85)	

• Kết cấu kè bảo vệ mái đê

Hàm tin cậy chung cho trường hợp này như sau:

$$Z = (H_s / \Delta D) R - (H_s / \Delta D) S$$

Trong đó: $(H_s / \Delta D) R$ (1): Đặc trưng không thứ nguyên của sức chịu tải.

$(H_s / \Delta D) S(2)$: Đặc trưng không thứ nguyên của tải.

với Δ là tỉ trọng của vật liệu kết cấu bảo vệ mái; D là đường kính trung bình của viên đá (cấu kiện).

Áp dụng phương pháp kiểm tra ổn định cấu kiện bảo vệ mái của Pilarczyk; Jan Van der Meer

Bảng 3. Xác định các biến ngẫu nhiên liên quan

X _i	Mô tả biến ngẫu nhiên	Đơn vị	Luật phân phối	Đặc trưng thống kê	
				Kỳ vọng	Độ lệch
Hàm độ tin cậy theo Pilarczyk, áp dụng cho kết cấu bảo vệ mái bê tông $Z=\{\varphi*\Delta*D\}-H_s*(\tan\alpha/\text{SQRT}(S_0))^b/\cos\alpha$					
H _s	Chiều cao sóng thiết kế	m	LogNor	$=a*d=\{(MHWL+Surge+S.L.Rise)-Z_{bed}\}$	
Tan α	Tg(mái dốc đêphía biển)	m	Nor	0.25	0.018 (error 1 ⁰)
S ₀	Đặc trưng sóng	m	Deter	0.02	
cosa	Mái dốc đê	m	Nor	0.97	0.05 (error 1 ⁰)
Δ	Tỷ trọng bê tông	m	Nor	1.4	0.05
$\emptyset$	Hệ số kinh nghiệm	m	Nor	5	0.5
b	Chỉ số mũ	m	Nor	0.65	0.15
D	Kích thước đá yêu cầu	m	Deter	nom	
Hàm độ tin cậy theo Van der Meer áp dụng cho kè đá xếp $Z=\{8.7*P^{0.18}*(S/N^{0.5})^{0.2}*(\tan\alpha/\text{SQRT}(S_0))^{-0.5}\}-\{H_s/\Delta/D\}$					
N	Số cơn bão		Deter	7000	
P	Hệ số ảnh hưởng tính tâm		Nor	0.2	0.05
S	Trị số hư hỏng ban đầu		Deter	2	
Δ	Tỷ trọng của đá		Nor	1.6	0.1
8.7	Thông số mô hình		Nor	8.7	0.065*8.7 = 0.5655

• **Hiện tượng xói ngầm nền đề và đẩy trôi phía chân hạ lưu đề**

Hiện tượng này xảy ra khi đồng thời thỏa mãn hai điều kiện:

- (1) Lớp sét nền đề bị chọc thủng
- (2) Xuất hiện dòng chảy vận chuyển cát ngầm dưới đề.

- Hàm độ tin cậy cho điều kiện 1:

$$Z_1 = \rho_c * g * d - \rho_w * g * \Delta H$$

- Hàm độ tin cậy cho điều kiện 2:

$$Z_2 = m * L_t / c - \Delta H$$

ρ_c : Khối lượng riêng của lớp sét

ρ_w : Khối lượng riêng của nước

ΔH : Chênh lệch mực nước

L_t : Chiều dài tính toán đường viền thấm, xác định theo Bligh's

C: Hệ số Bligh

Bảng 4. Xác định các biến ngẫu nhiên liên quan

Mô tả biến ngẫu nhiên	Kí hiệu	Đơn vị	Luật phân phối	Kỳ vọng	Độ lệch
Khối lượng riêng đất nền	ρ_c	Kg/m ³	Deter	1800	
Khối lượng riêng nước	ρ_w	Kg/m ³	Deter	1031	
Chiều dày lớp sét nền đề	d	m	Nor	3.5	0.2
Thông số mô hình	m	-	Nor	1.67	0.33
Chiều dài đường viền thấm	L_k	m	Nor	48	5
Hệ số Bligh	cB	-	Deter	15	
Cột nước thấm	ΔH	m	$= \text{DWL} - Z_{\text{inland}} = \{\text{MHWL} + \text{Surge}\} - Z_{\text{inland}}$		
Mực nước triều cường	MHWL	m	Nor	2.29	0.071
Dềnh nước do gió bão	Surge	m	Nor	1.0	0.2
Mực nước phía đông	Zinland	m	Nor	0	0.5

• Mất ổn định trượt mái đê

Phân tích ổn định mái dốc theo phương pháp ngẫu nhiên cho phép kể đến sự thay đổi của các thông số đầu vào của bài toán theo các luật phân phối xác suất và đưa ra xác suất phá hỏng mái dốc do trượt. Báo cáo này trình bày việc phân tích ổn định mái đê theo phương pháp Bishop, sử dụng chương trình SLOPE/W,

thuật giải tính toán theo Monte Carlo. Các thông số chỉ tiêu của đất và lực tác dụng được coi là các biến ngẫu nhiên, tuân theo luật phân phối chuẩn

Hàm độ tin cậy: $Z=SF$ (hệ số an toàn)

Do đó, xác suất phá hỏng được định nghĩa là xác suất để SF nhỏ hơn 1.0: $P_{failure} = P(Z < 1)$.

Bảng 5. Danh sách biến ngẫu nhiên đầu vào bài toán ổn định mái dốc

Mô tả biến ngẫu nhiên	Kí hiệu	Đơn vị	Luật phân phối	Kỳ vọng	Độ lệch
Dung trọng tự nhiên của đất	γ_{unsat}	kN/m ³	Nor	Nom	0.05*nom
Dung trọng bão hòa của đất	γ_{sat}	kN/m ³	Nor	Nom	0.05*nom
Hệ số thấm	k	m/s	Deter	Nom	
Lực dính đơn vị của đất	C	kN/m ²	Nor	Nom	0.05*nom
Góc ma sát trong của đất	φ	Độ	Nor	Nom	2 ⁰
Áp lực sóng lên mái nghiêng	A	kN	Nor	Nom	50
Tải trọng tác động lên đỉnh đê	B	kN	Nor	100	10

• Xói trước chân đê và chân kè

Cơ chế phá hoại này xảy ra khi chiều sâu hố xói trước chân đê/kè lớn hơn chiều sâu bảo vệ của kết cấu chân đê/kè. Hàm tin cậy cho cơ chế này được viết như sau:

$$Z = h_t - h_x$$

h_t : Chiều sâu bảo vệ của kết cấu chân kè

h_x : Chiều sâu hố xói dự kiến trước chân kè

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ BÀN LUẬN

• Sóng tràn qua đỉnh đê

Khi luật phân phối của các biến ngẫu nhiên thành phần đã được xác định, việc tính toán xác suất xảy ra sự cố dựa vào hàm độ tin cậy sẽ thực hiện được. Sử dụng mô hình VAP với phương pháp FORM (First Order Reliability Method) và thuật giải Monte – Carlo, kết quả tính toán.

Bảng 6. Kết quả tính toán cao trình đê

Trường hợp	Thông số	Đơn vị	Đê hiện tại	Đê thiết kế theo TC
Kè đá xếp	Cao trình đê	m	5.5	6.6
	Xác suất hư hỏng	-	0.474	0.0474
	Chỉ số tin cậy	-	0.0646	1.67
Cầu kiện BT đúc sẵn	Cao trình đê	m	5.5	7.6
	Xác suất hư hỏng	-	0.632	0.0464
	Chỉ số tin cậy	-	-0.338	1.68

• **Kết cấu kè bảo vệ mái đê**

Kết quả phân tích cho thấy khả năng xảy ra hiện tượng mất ổn định kết cấu bảo vệ mái dốc là tương đối cao, ở mức 50% đối với đê đã xây dựng. Phân tích tính nhạy cảm và tính ảnh

hưởng của các đại lượng ngẫu nhiên cho thấy chiều cao sóng thiết kế gây ảnh hưởng chính đến cơ chế phá hỏng này. Bên cạnh đó các tham số mô hình và hệ số kinh nghiệm cũng có sự ảnh hưởng đáng kể

Bảng 7. Kết quả tính toán gia cố bảo vệ mái

Trường hợp	Thông số	Đơn vị	Cao trình đê hiện tại	Thiết kế mới theo TK tất định của TC Việt Nam
Kè đá xếp	Đường kính đá	m	0.45	0.89
	Xác suất hư hỏng	-	0.473	0.0157
	Chỉ số tin cậy	-	0.0671	2.15
Cấu kiện BT đúc sẵn	Đường kính đá	m	0.5	0.75
	Xác suất hư hỏng	-	0.132	0.0123
	Chỉ số tin cậy	-	1.11	2.25

• **Hiện tượng xói ngầm nền đê và đẩy trôi phía chân hạ lưu đê**

toán bằng mô hình VAP. Kết quả tính toán ghi tại bảng sau.

Xác suất xảy ra xói ngầm và đẩy trôi được tính

Hàm độ tin cậy Z_1	Hàm độ tin cậy Z_2
$\beta_1 = 6.72$	$B_2 = 3.21$
$P(Z_1 < 0) = 9 \times 10^{-12}$	$P(Z_2 < 0) = 6.75 \times 10^{-4}$

• **Mất ổn định trượt mái đê**

Kết quả tính toán cho thấy, xác suất xảy ra mất ổn định trượt mái đê biển Nam Định là

0.6% đối với mái đê phía biển và 0.003% với mái đê phía đồng, chỉ số độ tin cậy là 2.5 và 4 tương ứng

Bảng 8. Tóm tắt kết quả ổn định phân tích mái đê

Thông số	Mái đê phía biển	Mái đê phía đồng
Trị trung bình hệ số ổn định	1.1538	1.2485
Chỉ số độ tin cậy	2.528	4
Độ lệch chuẩn	0.061	0.062
Min SF	0.98161	1.0545
Max SF	1.3416	1.4324
P(phá hỏng) (%)	0.00570860	0.00003130

• **Xói trước chân đê và chân kè**

Chiều sâu hố xói dự kiến trước chân kè có thể xác định được theo Sumer and Fredsoe, 2001:

$$\frac{h_x}{H_s} = \frac{f(\alpha)}{\left[\sinh\left(\frac{2\pi h}{L}\right) \right]^{1.35}}$$

Trong đó: $f(\alpha) = 0,3 - 1,77e^{-\frac{\alpha}{15}}$

h Chiều sâu nước trước chân đê

H_s Chiều cao sóng trước chân đê

α Độ dốc mái đê, kè

Giải hàm tin cậy theo FORM thu được: Chỉ số độ tin cậy $\beta = 1,49$; Xác suất phá hỏng $P_{\text{failure}} = 6,8 \%$

Dựa theo phương pháp phân tích lý thuyết độ tin cậy ở trên, các nguyên nhân gây hư hại đến

an toàn đê, kè biển được xác định theo thang đánh giá mức độ so sánh của Saaty (1970):
(i) yếu tố sóng tràn qua đỉnh đê có mức độ ảnh hưởng lớn nhất với xác suất xảy ra 41% đối với kè đá xếp và 63% đối với kè cấu kiện bê tông; yếu tố kết cấu bảo vệ mái đê, kè biển có mức độ ảnh hưởng thứ 2 với xác suất xảy ra 50%; yếu tố gây mất ổn định chân khay, xói chân đê có mức độ ảnh hưởng thứ 3 với xác suất xảy ra 6,8%; yếu tố gây trượt mái phía biển có mức độ ảnh hưởng thứ 4 với xác suất xảy ra 0,0057%; yếu tố gây mất ổn định mái phía đồng có mức độ ảnh hưởng thứ 5 với xác suất xảy ra 0,00003%. Trên cơ sở đó thành lập ma trận trọng số giữa các yếu tố như sau:

Bảng 9. Ma trận xác định trọng số giữa các yếu tố phá hoại đê, kè

	Sóng tràn qua đỉnh đê	Kết cấu kè bảo vệ mái	Xói ngầm đáy trời	Trượt mái phía biển	Trượt mái phía đồng	Xói chân đê	Trọng số
Sóng tràn qua đỉnh đê	0.59	0.85	0.52	0.29	0.28	0.20	0.45
Kết cấu kè bảo vệ mái	0.07	0.09	0.37	0.37	0.20	0.23	0.22
Xói ngầm đáy trời	0.08	0.02	0.07	0.29	0.28	0.26	0.17
Trượt mái phía biển	0.08	0.01	0.01	0.04	0.20	0.20	0.09
Trượt mái phía đồng	0.08	0.02	0.01	0.01	0.04	0.09	0.04
Xói chân đê	0.08	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03

Trị riêng của vector nhất quán $\lambda_{\text{max}} = 63,83$

Với số yếu tố gây ảnh hưởng $n = 6$, xác định được chỉ số ngẫu nhiên $RI = 1,24$

Chỉ số nhất quán $CI = 12,57$

Tỷ lệ nhất quán **CR = 10%** (Phù hợp điều kiện $\leq 10\%$)

Dựa trên cơ sở có được điểm số trọng số của các đoạn đê, kè cần quan tâm. Tiến hành cộng đại số các giá trị điểm số sau khi tính toán giá

trị điểm số của từng đoạn đê, kè với từng yếu tố được quan tâm có thể gây hư hại cho đê, kè.

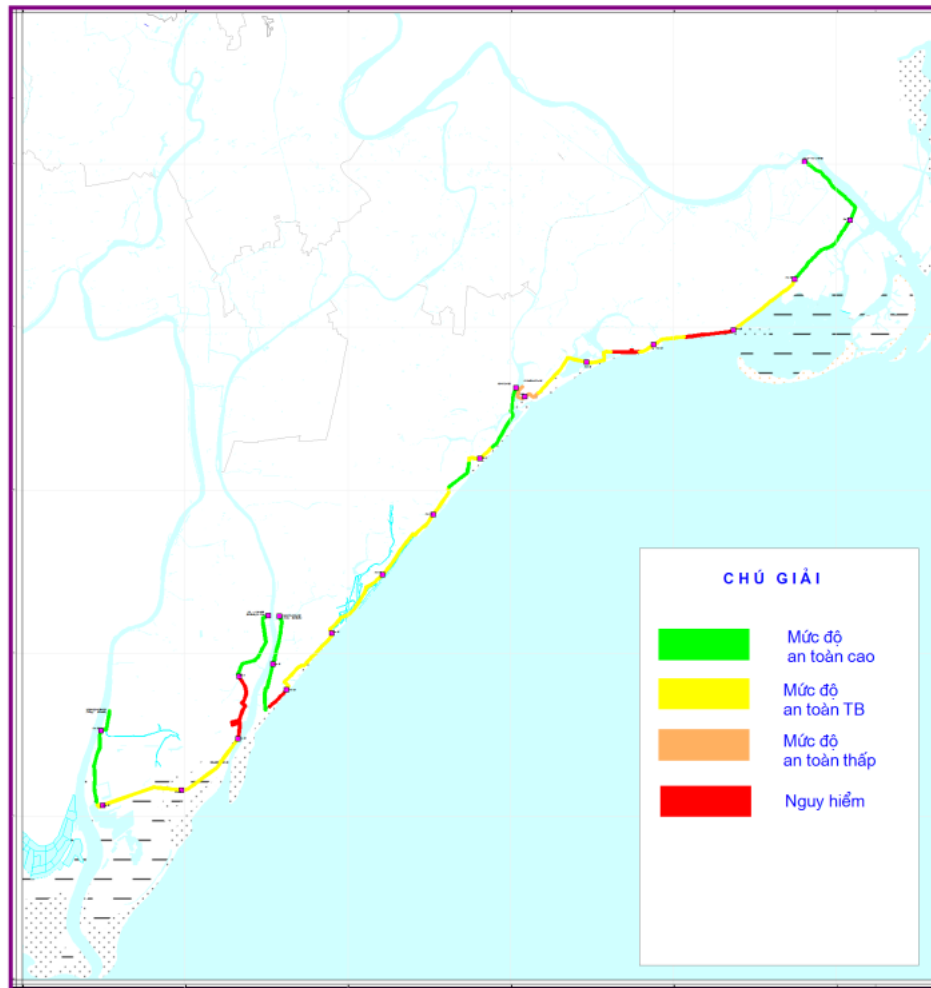
Phân cấp mức độ nguy hại của các đoạn đê, kè theo mức độ như sau:

Khoảng điểm số phân cấp	Màu sắc thể hiện trên bản đồ	Mức độ phân cấp an toàn
< 0.01		Cao
0.01 - 0.04		Trung bình
0.04 - 0.07		Thấp
> 0.07		Nguy hiểm

Bảng 10. Bảng phân cấp mức độ nguy hiểm các đoạn đê, kè

Stt	Tên kè	Điểm số	Phân cấp	Stt	Tên kè	Điểm số	Phân cấp
1	kè Cai Đề	0.09	Nguy hiểm	11	kè Văn Lý	0.05	Thấp
2	kè cống 8B	0.01	Trung bình	12	kè Kiên Chính	0.04	Trung bình
3	kè Đông, Tây cống Thanh Niên	0.10	Nguy hiểm	13	kè Đình Mùi	0.17	Trung bình
4	kè Ang Giao Phong	0.04	Trung bình	14	kè Hải Hòa	0.05	Thấp
5	kè Đồng Hiệu	0.03	Trung bình	15	kè Cồn Tròn	0.04	Trung bình
6	Cống 8B	0.07	Thấp	16	kè Hải Thịnh II	0.02	Trung bình
7	Cống số 9	0.07	Thấp	17	kè bãi tắm Thịnh Long	0.09	Nguy hiểm
8	Cống Thanh Niên	0.07	Thấp	18	kè Nghĩa Thắng	0.01	Trung bình
9	kè Doanh Châu	0.02	Trung bình	19	kè Nghĩa Phúc	0.09	Nguy hiểm
10	kè Ba Nồn - Xương Điền	0.02	Trung bình				

**BẢN ĐỒ PHÂN CẤP MỨC ĐỘ AN TOÀN ĐÊ, KÈ BIỂN
TỈNH NAM ĐỊNH**



4. KẾT LUẬN

Với các trọng số tính toán được từ các yếu tố cần quan tâm, ta có thể xác định được mức độ nguy hại của từng đoạn đê và thể hiện rõ trên bản đồ. Từ đó có thể có được cái nhìn khái quát chung về mức độ an toàn, nguy hại

của từng đoạn đê, kè biển. Phương pháp nghiên cứu mức độ rủi ro thiên tai theo phân tích hàm thứ cấp (AHP) hiện nay đang là cách tiếp cận tối ưu nhất cho việc phân cấp rủi ro thiên tai và được áp dụng phổ biến trong nhiều lĩnh vực.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Thomas L. Saaty, “Fundamentals of the Analytic Hierarchy Process, RWS Publications”, 2000
- [2]. Mai Văn Công – Đại học Thủy Lợi, “Thiết kế theo lý thuyết độ tin cậy và phân tích rủi ro”, 2012