

# NGHIÊN CỨU THIẾT LẬP CÔNG THỨC TÍNH TOÁN ỨNG SUẤT ĐÁY MÓNG KHỐI NÊM CHO ĐÊ BIỂN NAM BỘ

**Đỗ Thế Quỳnh**

*Viện Thủy công*

**Tóm tắt:** *Móng khối nêm bao gồm các khối nêm được làm từ đất yếu trộn với xi măng và phụ gia đứng ken sát nhau, khoảng hở giữa chúng được chèn chặt bằng cát, trên móng được phủ một lớp vải địa kỹ thuật chịu kéo. Móng này được đề xuất, nghiên cứu từ năm 2014 cho đê biển Nam Bộ, đến nay nó vẫn chưa được hoàn thiện. Việc thiết lập công thức tính ứng suất đáy móng khối nêm hết sức có ý nghĩa để kiểm tra ổn định nền về mặt cường độ, song vẫn chưa được thực hiện. Bài báo này giới thiệu nội dung, phương pháp nghiên cứu và kết quả đạt được trong việc thiết lập công thức nói trên để ứng dụng cho đê biển Nam Bộ.*

**Từ khóa:** Móng khối nêm, công thức tính ứng suất đáy móng.

**Abstract:** *A wedge base foundation comprises the wedge blocks made from soft soil, cement and additive. The blocks are arranged side by side and filled with sand in the void between them. The foundation top is covered with a sheet of tensile geotextile. This foundation was proposed since 2014 and ongoing studying its application for sea dykes in Mekong river delta. The establishment of the new formula to calculate the wedge base foundation bottom stress is extremely significant for evaluating the ground stability; however, it has not been established so far. This article introduces the content, research method and the result gained in the establishment of the above-mentioned formula to apply it to Mekong river delta sea dykes.*

**Keywords:** Wedge base foundation, wedge base foundation bottom stress calculation formula.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo quy hoạch thủy lợi đồng bằng Nam Bộ đến năm 2020, định hướng đến năm 2050 [5], thì giai đoạn 2016-2020 cần phải xây dựng mới 24 tuyến đê để kiểm soát mặn, lũ, nước biển dâng và phòng tránh thiên tai. Kết quả của đề tài do UNDP quản lý [6] cho thấy rất cần xây mới tuyến đê biển thứ 2 ở đồng bằng Nam Bộ với tổng chiều dài đê 580 km để ngăn nước biển dâng, sóng thần, phân ranh mặn ngọt, xây dựng cơ sở hạ tầng. Tuyến đê thứ 2 làm cách tuyến đê thứ nhất từ 5 km đến 6,5 km, bên trong bố trí dân cư

trước mắt và lâu dài.

Một trong những điều kiện tự nhiên bất lợi với đê biển Nam Bộ là đất nền mềm yếu và vật liệu xây dựng khan hiếm, mặc dù đê chỉ cao từ 2 m đến 3 m, song nền không được xử lý thì đê không ổn định được. Vì vậy, cần thiết phải nghiên cứu, thiết kế giải pháp nền móng mới và phù hợp để đảm bảo kinh tế - kỹ thuật và thân thiện với môi trường.

Các giải pháp nền móng có thể áp dụng cho đê biển Nam Bộ hiện nay có thể kể đến là [2]: đắp theo thời gian; thay thế nền bằng cát; đắp trên bè cây. Hiện đại hơn, có các giải pháp xử lý khác như: cố kết bằng bác thấm; hút chân không; đắp trên nền cọc; móng Top-base; móng gia cố khối, ... Trong các giải pháp trên,

---

Ngày nhận bài: 26/4/2018

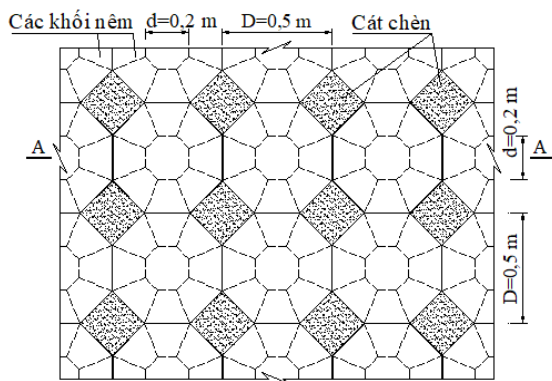
Ngày thông qua phản biện: 31/5/2018

Ngày duyệt đăng: 26/6/2018

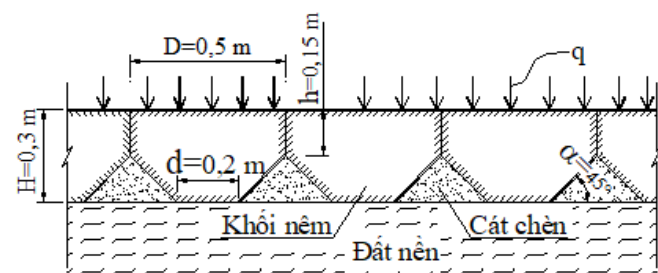
thì việc dùng đệm cát đang được áp dụng là phổ biến. Tuy nhiên, các giải pháp có thể áp dụng vẫn còn nhiều hạn chế, như: không tận dụng được vật liệu tại chỗ; thời gian xây dựng kéo dài nên không phù hợp với những đê cần phải hoàn thành sớm; vật liệu xây khan hiếm, đắt và không có sẵn tại chỗ mà phải vận chuyển từ xa về; ảnh hưởng lớn đến môi trường; thi công phức tạp; cường độ vật liệu cao gấp nhiều lần so với tải trọng tác dụng nên lãng phí; máy thi công không phù hợp với điều kiện vận chuyển trên nền đất yếu nên dễ bị lầy thụt.

Năm 2014 nhóm nghiên cứu thuộc Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam đã đề xuất, kiến nghị sử dụng khối nê được làm bằng đất yếu tại chỗ trộn với xi măng và phụ gia để làm móng khối nê cho đê biển. Móng này bao gồm các khối nê có mặt vát được xếp cạnh nhau,

khoảng hở giữa chúng được chèn chặt bằng cát, trên móng rải một lớp vải địa kỹ thuật chịu kéo có tác dụng liên kết các khối nê, dàn đều một phần tải trọng thân đê và chống trượt mái đê. Móng khối nê làm tăng diện tích tiếp xúc với nền nhờ các mặt vát do đó giảm được ứng suất lên nền và tăng ổn định cho đê. Cát trong móng có khả năng thoát nước, dẫn đến làm tăng nhanh cố kết nền, giảm thời gian lún. Do thể tích của móng chủ yếu bằng đất yếu tại chỗ, có thể thi công bằng thủ công hoặc bằng máy, nên có thể giảm được giá thành xây dựng, thi công linh hoạt và thân thiện với môi trường. Cấu tạo của một loại móng khối nê I-D-H- $\alpha$  (Ký hiệu I là hình bát giác; hoặc ký hiệu II nghĩa là hình tròn; D là kích thước đỉnh nê; H là chiều cao nê;  $\alpha$  là góc vát khối nê) với D=0,5 m; H=0,3 m; góc vát  $\alpha=45^\circ$  thể hiện như trên Hình 1.



a) Mặt bằng móng khối nê

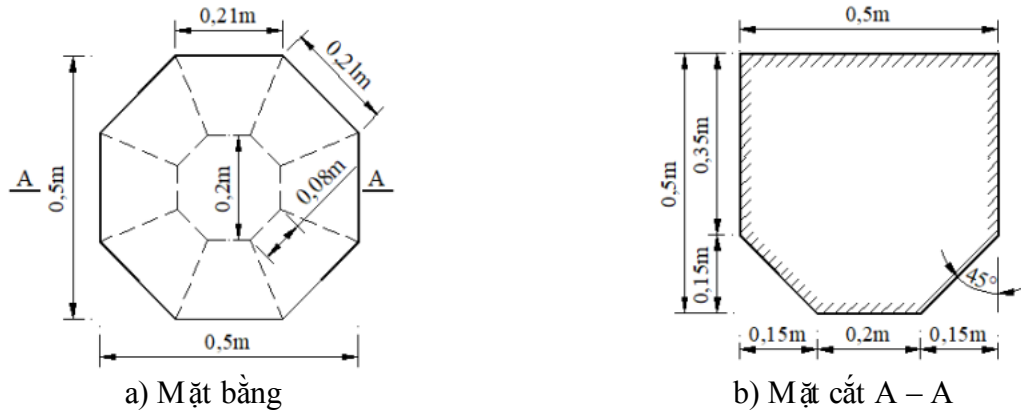


b) Mặt cắt A - A

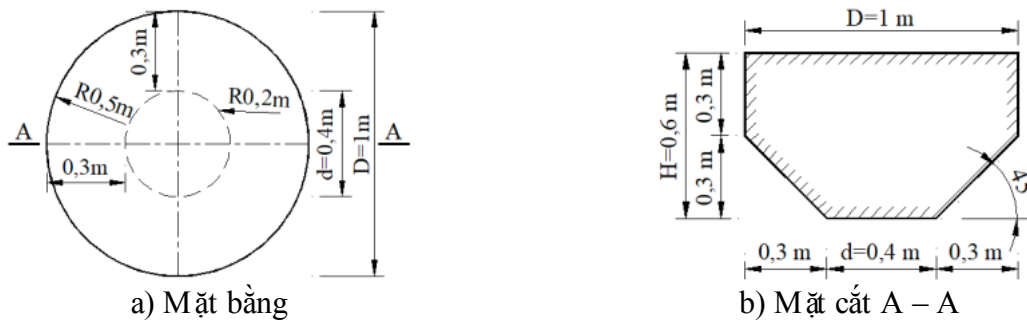
Hình 1. Cấu tạo móng khối nê I-D-H- $\alpha$  (I- Hình bát giác; D=0,5m; H=0,3m;  $\alpha=45^\circ$ )

Các vấn đề tiếp tục nghiên cứu với móng khối nê cho đê biển Nam Bộ gồm: tìm hình dạng hợp lý của khối nê hoặc hình dạng tối ưu của khối nê; thiết lập công thức tính toán ứng suất đáy móng (USĐM); tác dụng làm tăng nhanh cố kết nền; tác động của dòng thấm trong móng và giải pháp ngăn chặn sự bất lợi của nó gây ra; biện pháp thi

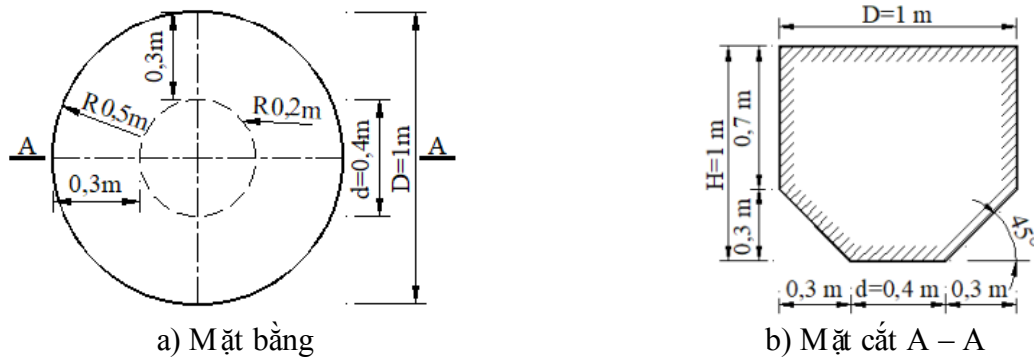
công... Trong bài báo này sẽ giới thiệu nội dung, phương pháp nghiên cứu và kết quả thiết lập công thức tính USĐM khối nê cho 4 hình dạng khối nê khác nhau (xem Hình 1, Hình 2, Hình 3 và Hình 4) dựa trên một số chỉ tiêu của nền đất yếu tương tự ở đồng bằng Nam Bộ và các chỉ tiêu khác của vật liệu làm móng nêu ở Bảng 1.



Hình 2. Khối nêm I-0,5-0,5-45



Hình 3. Khối nêm II-1-0,6-45 (II – Hình tròn)



Hình 4. Khối nêm II-1-1-45

**Bảng 1. Các chỉ tiêu cơ lý của đất yếu, khối nêm và cát chèn [1], [3], [7]**

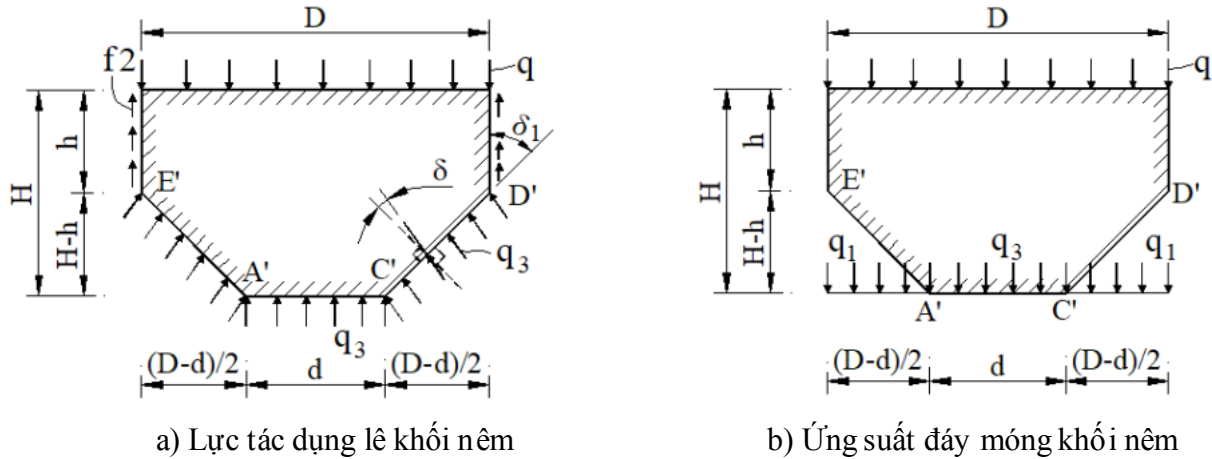
TT	Chỉ tiêu	Ký hiệu	Đơn vị	Đất yếu	Khối nêm	Cát chèn
1	Dung trọng tự nhiên	$\gamma_w$	$\text{kN/m}^3$	15,4	17	17,5
2	Dung trọng bão hòa	$\gamma_{bh}$	$\text{kN/m}^3$	15,8	17	-
3	Hệ số rỗng ban đầu	$e_0$	-	1,78	-	-
4	Góc ma sát trong khi ướt	$\varphi_w$	Độ	$2^{\circ}55'48''$	$56^{\circ}36'0''$	$22^{\circ}18'0''$
5	Góc ma sát trong khi khô	$\varphi_k$	Độ	-	-	$29^{\circ}51'0''$
6	Lực dính đơn vị	c	kPa	9	105	-
7	Hệ số thấm	k	m/s	$6,87 \cdot 10^{-7}$	-	-
8	Hệ số Poisson	v	-	-	0,25	-
9	Sức kháng nén nở hông	$q_u$	kPa	-	700	-
10	Mô đun biến dạng	E	kPa	-	84.000	-

**2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

**2.1. Thiết lập công thức tính toán USDM theo phương pháp giải tích**

Để thiết lập được công thức tính USDM khối

nêm, cần thiết lập và giải bài toán truyền lực của khối nêm độc lập với giả thiết phản lực đơn vị trên mặt phẳng nằm ngang A'C' và trên mặt vát C'D' có trị số bằng nhau và bằng q<sub>3</sub> (xem Hình 5).



Hình 5. Sơ đồ lực tác dụng lên khối nêm và USDM khối nêm

Giả thiết rằng USDM tại mặt A'C' do tải trọng tác dụng lên móng (q) truyền qua khối nêm sẽ phân bố lại và giảm đi nhờ mặt vát của khối nêm một góc (δ<sub>1</sub>) so với phương thẳng đứng (xem Hình 5).

- Các thành phần lực tác dụng vào khối nêm:

+ Tải trọng đơn vị (q) tác dụng lên móng do thân đê truyền xuống;

+ USDM tại đáy khối nêm trên mặt A'C' và ứng suất trên mặt vát của khối nêm trên mặt C'D' (q<sub>3</sub>);

+ Ứng suất tiếp trên mặt đứng (f<sub>2</sub>);

Các thành phần ứng suất trên mặt A'C' và mặt vát C'D' có thể khác nhau về trị số, song để giải được phương trình cân bằng lực, giả thiết rằng các thành phần ứng suất này bằng nhau về trị số.

- Phương trình cân bằng lực của khối nêm:

$$q \cdot S = q_3 \cdot S_3 + q_3 \cdot S_1 + f_2 \cdot V \quad (1)$$

Đối với ứng suất tiếp f<sub>2</sub>, do các khối nêm khu vực giữa đê lún tương đối đều nhau và phần

cát tiếp xúc với khối nêm chiếm tỷ lệ diện tích nhỏ, ảnh hưởng của thành phần này không nhiều, nên bỏ qua khi giải phương trình.

Chiều các thành phần lực tác dụng lên khối nêm theo phương đứng, phương trình (1) trở thành (2):

$$q \cdot S = q_3 \cdot S_3 + q_3 \cdot S_1 \cdot \cos(90 - \delta_1 - \delta) \quad (2)$$

trong đó: q – tải trọng đơn vị tác dụng lên móng (giả thiết phân bố đều);

S – diện tích mặt phẳng tại đỉnh khối nêm (ứng với kích thước D);

q<sub>3</sub> – USDM tại đáy khối nêm trên mặt A'C' và ứng suất trên mặt vát của khối nêm trên mặt C'D';

S<sub>3</sub> – diện tích mặt phẳng đáy khối nêm (ứng với kích thước d);

S<sub>1</sub> – diện tích mặt vát của khối nêm;

δ<sub>1</sub> – góc vát so với phương thẳng đứng;

δ – góc hợp bởi giữa ứng suất trên mặt vát và pháp tuyến mặt vát của khối nêm [9].

Đặt thừa số chung và rút ra được q<sub>3</sub> có dạng (3):

$$q_3 = \frac{q \cdot S}{S_3 + S_1 \cdot \cos(90 - \delta_1 - \delta)} \quad (3)$$

Đặt  $K_3 = \frac{S}{S_3 + S_1 \cdot \cos(90 - \delta_1 - \delta)}$ , lúc đó (3) trở thành (4):

$$q_3 = K_3 \cdot q \quad (4)$$

Trong phạm vi mặt vát, tại đáy móng giá trị  $q_1$  tính theo công thức (5):

$$q_1 = q_3 \cdot \cos(90 - \delta_1 - \delta) = \frac{S \cdot \cos(90 - \delta_1 - \delta) \cdot q}{S_3 + S_1 \cdot \cos(90 - \delta_1 - \delta)} \quad (5)$$

Đặt  $K_1 = \frac{S \cdot \cos(90 - \delta_1 - \delta)}{S_3 + S_1 \cdot \cos(90 - \delta_1 - \delta)}$ , lúc đó (5) trở thành (6):

$$q_1 = K_1 \cdot q \quad (6)$$

Trên mặt bằng giữa các khối nêm là cát chèn, không có ảnh hưởng của mặt vát khối nêm, nên USDM tại đây ( $q_2$ ) được cho là không giảm so với tải trọng ( $q$ ) được biểu thị như dạng (7):

$$q_2 = K_2 \cdot q \quad (7)$$

trong đó:  $K_2 = 1$ .

Các hệ số  $K_1, K_2, K_3$  gọi là các hệ số giảm ứng suất tương ứng với  $q_1, q_2, q_3$ .

Ứng suất đáy móng trung bình (USDMTB)

( $q'$ ) được xác định từ  $q_1, q_2, q_3$  theo (8):

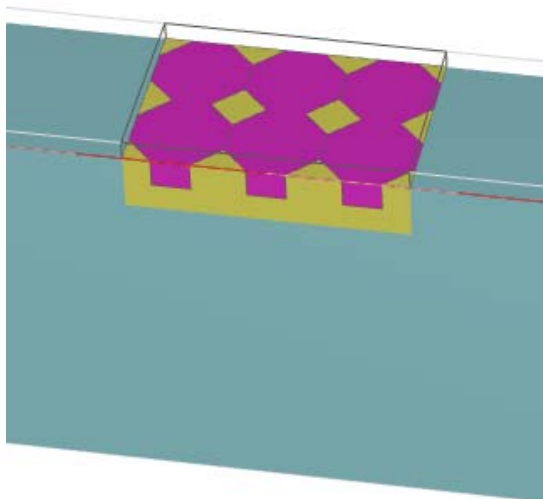
$$q' = \frac{q_3 \cdot S_3 + q_1 \cdot S_1 + q_2 \cdot S_2}{S_3 + S_1 + S_2} = \frac{(K_3 \cdot S_3 + K_1 \cdot S_1 + K_2 \cdot S_2) \cdot q}{S_3 + S_1 + S_2} = K \cdot q \quad (8)$$

trong đó:  $S_1$  - diện tích hình chiếu của  $S_1$  lên mặt bằng đáy móng

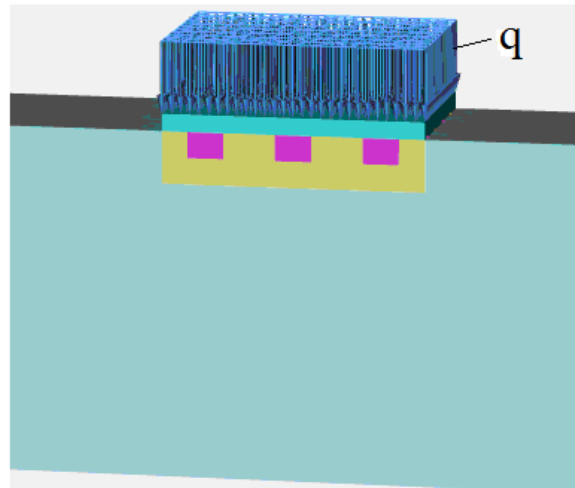
$S_2$  - diện tích mặt bằng phân cát chèn giữa các khối nêm.

## 2.2. Hiệu chỉnh công thức tính USDM bằng mô hình số phần tử hữu hạn (PTHH)

Công thức tính USDM (8) thiết lập có dạng tổng quát và còn nhiều yếu tố chưa xét đến. Để có thể áp dụng được cho đề biển Nam Bộ cần hiệu chỉnh lại công thức tính USDM, tức là hiệu chỉnh hệ số giảm ứng suất trung bình ( $K$ ) cho các móng khối nêm với các hình dạng khối nêm trên Hình 1, Hình 2, Hình 3 và Hình 4 có xét đầy đủ các yếu tố ảnh hưởng phù hợp với thực tế đề biển Nam Bộ. Trong nghiên cứu này, tác giả dùng phần mềm Plaxis 3D [8] (theo phương pháp PTHH) có bản quyền để thực hiện hiệu chỉnh bởi đáp ứng được yêu đặt ra. Kết quả hiệu chỉnh hệ số  $K$  bằng phần mềm sẽ được lập thành bảng để tra cứu trong tính toán thiết kế đề Nam Bộ. Mô hình cụ thể cho móng 6 khối nêm I-0,5-0,3-45 xem trên Hình 6.



a) Khi vừa lắp đặt các khối nêm



b) Khi vừa chát tải lên tâm nén

Hình 6. Mô hình móng 6 khối nêm I-0,5-0,3-45 trên Plaxis 3D

### 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

#### 3.1. Theo phương pháp giải tích

Kết quả thiết lập công thức tính USD<sub>M</sub> theo phương pháp giải tích (8) có dạng tổng quát.

Để định lượng được mức giảm ứng suất, các tác giả đã tính toán hệ số giảm ứng suất K cho móng với các khối nêm I-0,5-0,3-45 và II-1-0,6-45 được nêu trong Bảng 4.

**Bảng 4. Hệ số giảm ứng suất của một số móng khối nêm**

TT	Tên khối nêm	Thể tích (m <sup>3</sup> )	Diện tích mặt vát (m <sup>2</sup> )	Hệ số giảm ứng suất			
				K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K
1	I-0,5-0,3-45	0,0472	0,2464	0,7306	1	0,8185	0,7884
2	II-1-0,6-45	0,3581	0,9330	0,7314	1	0,8194	0,8001

#### 3.2. Hiệu chỉnh công thức giải tích bằng mô hình số PTHH

Mô hình số PTHH lập cho mô hình các móng khối nêm chịu tải trọng 56 kPa, tương ứng với thân đê có chiều cao tối đa 3 m và đỉnh đê có

trọng xe H10. Móng đê được đặt trên nền đất yếu có chiều dày chày nén thực tế bằng 6 m [9]. Kết quả hiệu chỉnh công thức giải tích (hiệu chỉnh hệ số giảm ứng suất K) cho các móng khối nêm được nêu trong Bảng 5.

**Bảng 5. Tổng hợp hệ số giảm ứng suất với các móng khối nêm**

Tải trọng đơn vị q (kPa)	Hệ số giảm ứng suất K			
	Hình dạng khối nêm			
	I-0,5-0,3-45	I-0,5-0,5-45	II-1-0,6-45	II-1-1-45
4	0,62	0,58	0,63	0,59
8	0,65	0,60	0,65	0,61
12	0,68	0,62	0,68	0,63
16	0,70	0,64	0,71	0,65
20	0,71	0,66	0,73	0,68
24	0,73	0,67	0,76	0,70
28	0,75	0,69	0,78	0,72
32	0,77	0,71	0,80	0,75
36	0,79	0,73	0,82	0,77
40	0,80	0,74	0,84	0,79
44	0,82	0,76	0,86	0,81
48	0,84	0,77	0,87	0,83
52	0,86	0,79	0,89	0,84
56	0,87	0,80	0,91	0,86

### 4. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ

Kết quả theo phương pháp giải tích nêu trong Bảng 4 cho thấy móng khối nêm có tác dụng làm giảm USD<sub>M</sub>. Tuy nhiên, các hệ số giảm ứng suất nêu trong Bảng 4 (là hằng số) xuất

phát từ việc giải phương trình cân bằng lực chỉ đơn thuần kể đến ảnh hưởng của mặt vát khối nêm, trong khi thực tế vẫn còn nhiều yếu tố ảnh hưởng khác trong thực tế vẫn chưa được xét đến. Chính vì vậy, các hệ số giảm ứng suất nêu trong Bảng 4 chưa thể áp dụng ngay được

trong việc tính toán USD<sub>M</sub> cho đê mà cần phải tiếp tục hiệu chỉnh cho phù hợp.

Kết quả tính toán bằng mô hình số PTHH nêu trong Bảng 5 phù hợp với điều kiện thực tế xây dựng đê biển ở đồng bằng Nam Bộ hơn vì đã khắc phục được những hạn chế của phương pháp giải tích, tức là đã kể đến đầy đủ các yếu tố ảnh hưởng khác trong thực tế như: sự làm việc đồng thời giữa các khối nê trong móng; sự thay đổi của tải trọng đơn vị lên móng trong quá trình đắp đê từng lớp (mỗi lớp đắp 25 cm tương ứng gia tải 4 kPa); chiều sâu nền chịu nén thực tế; chiều sâu đặt móng; tính chất đất nền và đất bên móng; kích thước móng; độ cứng của móng; ... Mặc dù vậy, kết quả hệ số giảm ứng suất nêu trong Bảng 5 được xây dựng dựa vào các mô hình vật liệu tiêu chuẩn lập sẵn trong Plaxis, các mô hình này chỉ phản ánh gần đúng thực tế, nên kết quả cũng có phần hạn chế.

Trong thiết kế, căn cứ chiều cao đê và xe trên đỉnh đê yêu cầu, tính tải trọng đơn vị ( $q$ ) do đê tác dụng lên móng, tính USD<sub>M</sub> theo công thức (8) và Bảng 5, đồng thời tính tải trọng giới hạn của nền với các móng khác nhau có thể sử dụng sau cùng kiểm tra điều kiện ổn định nền về mặt

cường độ để quyết định chọn loại móng hợp lý.

## 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Các tác giả đã đạt được mục tiêu nghiên cứu đặt ra trong việc thiết lập công thức tính toán USD<sub>M</sub> khối nê phục vụ tính toán, thiết kế đê biển Nam Bộ. Tuy nhiên, để hoàn thiện hơn nữa giải pháp móng này, vẫn còn nhiều vấn đề tồn tại cần tiếp tục nghiên cứu, đó là:

- Nghiên cứu quá trình cố kết của nền móng khối nê;
- Xác định hình dạng tối ưu của khối nê dùng làm móng đê biển Nam Bộ và các công trình khác có điều kiện xây dựng tương tự;
- Hiệu chỉnh công thức tính USD<sub>M</sub> khối nê tối ưu có xét đến đồng thời các lực đứng và ngang; tách biệt được ảnh hưởng của chiều sâu, chiều rộng móng và vãi địa kỹ thuật chịu kéo trên móng đến hệ số giảm ứng suất;
- Xác định hệ số giảm ứng suất cho móng khối nê trên một số nền đất khác nhau như nền bùn sét, cát pha, than bùn ở đồng bằng Nam Bộ;
- Tác dụng của dòng thấm và giải pháp ngăn chặn sự bất lợi của nó gây rạt trong móng khối nê.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phùng Vĩnh An, *Nghiên cứu một số yếu tố ảnh hưởng đến sức chịu tải của cọc XMD thi công theo công nghệ Jet-Grouting cho một số vùng đất yếu ở Việt Nam*, Luận án TSKT, 2012, Viện KHTL Việt Nam, Hà Nội.
- [2] Nguyễn Quốc Dũng, Phùng Vĩnh An, Đỗ Thế Quỳnh, “Nghiên cứu hiệu quả suy giảm ứng suất tại đáy móng khối nê trên mô hình vật lý”, *Tạp chí khoa học và công nghệ thủy lợi*, (ISSN:1859-4255), tr. 65-71, 2016, Viện KHTL Việt Nam, Hà Nội.
- [3] Nguyễn Quốc Dũng, Phùng Vĩnh An, Đỗ Thế Quỳnh và nnk, *Hồ sơ đề tài cấp Bộ: Nghiên cứu giải pháp công nghệ xử lý nền đất yếu bằng thiết bị trộn đất tại chỗ với chất kết dính vô cơ phục vụ xây dựng công trình thủy lợi*, 2016, Viện KHTL Việt Nam, Hà Nội.
- [4] Trần Thị Thanh, Nguyễn Việt Tuấn, “Xác định vùng chịu nén trong nền đất yếu bão hòa nước dưới khối đắp của đê ở ĐBSCL”, *Tuyển tập kết quả KHCN năm 2003 nhân dịp kỷ niệm 25 năm thành lập Viện KHTL Miền Nam (1978-2003)*, tr. 421-429, Viện KHTL Việt Nam, 2003, Hà Nội.

- [5] Thủ tướng chính phủ, *Quyết định Phê duyệt Quy hoạch thủy lợi Đồng bằng sông Cửu Long giai đoạn 2012 - 2020 và định hướng đến năm 2050 trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng*, 2012, Hà Nội.
- [6] Trường ĐHTL, Viện KHTL Miền Nam, Viện Quy hoạch Thủy lợi Miền Nam, *Báo cáo tổng hợp đề tài nghiên cứu do UNDP quản lý: Quản lý tổng hợp tài nguyên nước trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng và sự phát triển nhanh nền kinh tế, xã hội ở đồng bằng Sông Cửu Long, Việt Nam*, 2016, Hà Nội.
- [7] Nguyễn Xuân Trường, *Thiết kế đập đất*, 1972, NXB Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
- [8] Delf University of Technology & Plaxis bv, *Plaxis3D2013*, 2013, The Netherlands.
- [9] H.W.R.U, D.D.M.F.C, H.E.D.P.W.D, *Geotechnical modelling – Plaxis short course – Fundamentals, theory and application of software*, 2011, Ha Noi.