



# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CHIỀU DÀY ĐẾN PHÂN BỐ ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG TIẾP TUYẾN CỦA TẤM ĐỆM NEO

Đào Viết Đoàn

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Email: daovietdoan@gmail.com

## TÓM TẮT

Tấm đệm neo là một trong những bộ phận quan trọng cấu thành nên kết cấu neo. Bài viết sử dụng phương pháp số xây dựng mô hình với kích thước lưới (dài×rộng×cao=6 m×0,6 m×4 m), lắp đặt thanh neo vào giữa mô hình với kích thước tấm đệm bằng 150×150 mm. Mô phỏng ảnh hưởng của chiều dày tấm đệm neo đến phân bố ứng suất tiếp tuyến và biến dạng tiếp tuyến trên bề mặt tấm đệm. Kết quả nghiên cứu cho thấy rất rõ sự ảnh hưởng của chiều dày tấm đệm neo đến sự phân bố ứng suất tiếp tuyến và biến dạng tiếp tuyến trong tấm đệm. Kết quả nghiên cứu giúp cho các đơn vị thiết kế thi công có cơ sở để lựa chọn kích thước cho tấm đệm neo.

**Từ khóa:** kết cấu neo, tấm đệm neo, chiều dày tấm đệm, phân bố ứng suất trong tấm đệm, biến dạng trong tấm đệm.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cấu tạo của kết cấu chống neo bao gồm các bộ phận: thân cốt neo, tấm đệm neo, đai ốc neo và vòng đệm. Trong đó tấm đệm neo khi thiết kế lựa chọn cần phải đưa ra được kích thước chiều rộng, chiều dày và các tham số về cơ học vật liệu làm tấm đệm. Hiện nay trong các thiết kế hộ chiếu chống neo việc lựa chọn chiều dày cho tấm đệm thường không tính toán lựa chọn mà lấy theo kinh nghiệm, chính vì vậy có thể dẫn đến việc lựa chọn chiều dày tấm đệm quá lớn gây lãng phí vật liệu hoặc lựa chọn chiều dày tấm đệm quá mỏng sẽ làm giảm hiệu quả của gia cố. Về mặt định tính chúng ta có thể thấy rằng chiều dày tấm đệm neo có ảnh hưởng đến việc phân bố ứng suất theo phương tiếp tuyến và biến dạng theo phương tiếp tuyến trên bề mặt tấm đệm hay nói cách khác là ảnh hưởng trực tiếp đến chịu lực của tấm đệm. Hiện nay, các công bố nghiên cứu về ảnh hưởng của chiều dày tấm đệm neo đến sự phân bố ứng suất tiếp tuyến và biến dạng tiếp tuyến trong tấm đệm còn ít được đề cập đến. Bài viết sử dụng phương pháp số xây dựng mô hình với kích thước lưới (chiều dài × rộng × cao=6 m×0,6 m×4 m), lắp đặt thanh neo vào giữa mô hình với kích thước tấm đệm bằng 150×150 mm. Mô phỏng ảnh hưởng của chiều dày tấm đệm neo đến phân bố ứng suất tiếp tuyến và biến dạng

tiếp tuyến trên bề mặt tấm đệm. Kết quả cho thấy sự phụ thuộc rất rõ phân bố ứng suất tiếp tuyến và biến dạng tiếp tuyến trên bề mặt tấm đệm neo khi thay đổi chiều dày tấm đệm. Cũng từ kết quả nghiên cứu sẽ giúp cho các đơn vị thiết kế thi công có cơ sở để lựa chọn kích thước chiều dày cho tấm đệm neo.

## 2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

### 2.1. Giới thiệu tấm đệm neo

Tấm đệm neo là một trong những bộ phận quan trọng cấu thành nên kết cấu chống neo. Nếu tấm đệm mất hiệu quả, mất tác dụng thì kết cấu chống neo cũng mất đi tác dụng chống giữ [4]. Để cho tấm đệm làm việc hiệu quả ngoài phụ thuộc chất lượng trong quá trình thi công lắp đặt còn phụ thuộc vào kích thước của tấm đệm trong đó có kích thước về chiều dày tấm đệm. Hiện nay để chống giữ đường lò bằng kết cấu chống neo thường dùng 2 loại kết cấu chống neo đó là neo thường và neo cáp, ứng với mỗi loại neo này thì sử dụng tấm đệm có chiều dày và kích thước tương ứng. Đối với neo thường kích thước tấm đệm neo phổ biến sử dụng các loại có kích thước: dài×rộng×dày (mm) bằng 120×120×6 mm, 150×150×8 mm, 150×150×10 mm, 200×200×10 mm, 250×250×10 mm. Đối với neo cáp thì kích thước tấm đệm neo phổ biến dùng các loại có kích thước: dài×rộng×dày (mm) bằng



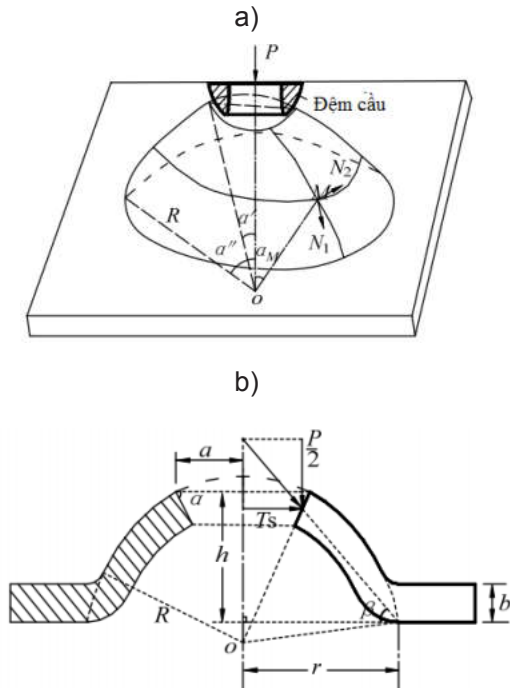
300×300×12 mm, 300×300×14 mm, 350×350×14 mm, 350×350×16 mm. Hình ảnh vị trí của tấm đệm của neo thường và neo cáp trong kết cấu neo thể hiện trên hình H.1.



H.1. Vị trí lắp tấm đệm neo thường và neo cáp

2.2. Phân tích chịu lực trên vỏ tấm đệm cầu

Để tính toán khả năng chịu tải của tấm đệm, giả thiết tấm đệm hình cầu có bán kính cầu cong lồi là R, tải trọng tập trung truyền từ đai ốc neo vào đệm cầu là P, mặt dưới tấm đệm ép sát vào bề mặt đất đá coi là gối cố định, mô hình tính toán chịu lực của tấm đệm cầu thể hiện trên hình H.2 [1].



Hình 2. Mô hình tính toán chịu lực của tấm đệm cầu  
a) Mô hình chịu lực của tấm đệm cầu, b) mặt cắt hình học tấm đệm cầu

Tại điểm M bất kỳ trên vỏ tấm đệm cầu, lực theo phương pháp tuyến và tiếp tuyến  $N_1$  và  $N_2$  dưới tác dụng của lực P được tính theo công thức sau: [3], [4]:

$$N_1 = \frac{P}{2\pi R \sin^2 \alpha_M} \tag{1}$$

$$N_2 = - \frac{P}{2\pi R \sin^2 \alpha_M} \tag{2}$$

Trong đó:  $N_1$  - Lực theo phương pháp tuyến, kN/m;  $N_2$  - Lực theo phương tiếp tuyến, kN/m; P - Lực tác dụng khi vặn chặt ê cu neo, kN; R - Bán kính vỏ cầu, m;  $\alpha_M$  - Góc hợp bởi lực P đến điểm khảo sát trên tấm đệm, độ;  $\alpha'$  - Góc hợp bởi lực P đến khi tấm đệm bắt đầu đạt đến trạng thái giới hạn, độ;  $\alpha''$  - Góc hợp bởi lực P đến khi tấm đệm bắt đầu đạt đến trạng thái giới hạn phá hủy, độ.

Theo tài liệu [3] quá trình làm thí nghiệm gia tải thấy rằng, khi gia tải vào tấm đệm cầu, vị trí góc  $\alpha'$  hợp bởi lực P bắt đầu ở trạng thái giới hạn, lực tiếp tục được truyền xuống phần cầu cong bên dưới của tấm đệm và cuối cùng đạt đến vị trí trạng thái giới hạn phá hủy  $\alpha''$ . Theo công thức (1), (2)  $\alpha_M$  càng nhỏ, tải trọng theo phương pháp tuyến và tiếp tuyến càng lớn, giá trị ứng suất chính càng lớn sẽ dẫn đến tấm đệm cầu bị phá hủy. Vị trí phá hủy sẽ xảy ra tại điểm mất ổn định giới hạn của kết cấu tấm đệm cầu tại đáy tiếp giáp phần cầu với phần phẳng của tấm đệm. Ứng suất chính lớn nhất và ứng suất chính nhỏ nhất tại bộ phận đáy cầu tiếp giáp với phần phẳng của tấm đệm dưới tác dụng của lực P được tính theo công thức sau [3], [4]:

$$\sigma_1 = \frac{P}{2\pi b R \sin^2 \alpha'} \tag{3}$$

$$\sigma_2 = - \frac{P}{2\pi b R \sin^2 \alpha'} \tag{4}$$

Dựa theo tiêu chuẩn phá hủy vật liệu kim loại của Tresca, phần bộ phận cong lồi (hình cầu) xảy ra phá hủy cần thỏa mãn điều kiện là khi đạt đến ứng suất cắt lớn nhất  $\tau_s$  và ứng suất cắt được tính theo công thức sau [3]:

$$\tau_s = (\sigma_1 - \sigma_2) / 2 = \sigma_s / 2 \tag{5}$$

Thay công thức (3) và (4) vào (5) ta có công thức tính lực chịu tải của tấm đệm cầu như sau [4]:

$$P_s = \frac{\pi b \sigma_s r^2}{R} \tag{6}$$

Thông qua biến đổi quan hệ hình học đạt được bán kính vỏ cầu theo công thức sau [3]:

$$R = \sqrt{r^2 + \frac{(r^2 - a^2 - h^2)^2}{4h^2}} \quad (7)$$

Trong đó:  $\sigma_s$  – là cường độ giới hạn của thép làm tấm đệm cầu, các tham số khác thể hiện trên hình H.2b.

Trong thiết kế chống giữ bằng kết cấu neo, để tiết kiệm vật liệu cần sử dụng tấm đệm cầu có sức chịu tải nhỏ nhất là  $T_m$ , thỏa mãn  $P_s \geq T_m$ ; khi xác định được  $\sigma_s$  của vật liệu thép, chiều dày  $b$  và bán kính cong đáy cầu, sử dụng công thức (6), (7) có thể tính ra bán kính cầu  $R$ , chiều cao cầu  $h$ , bán kính lỗ tấm đệm  $a$  thỏa mãn theo bất đẳng thức sau [3]:

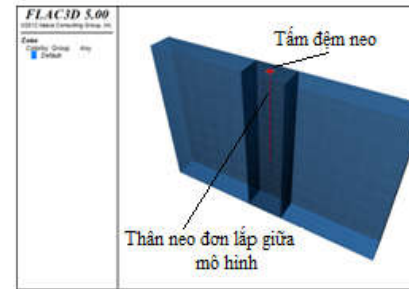
$$\begin{cases} Cr^2 - RT_m \geq 0 \\ h = \sqrt{R^2 - a^2} - \sqrt{R^2 - r^2} \end{cases} \quad (8)$$

Trong đó:  $C = \pi b \sigma_s$  là hằng số vật lý của thép tấm đệm, khi có được phạm vi giá trị bán kính cầu hợp lý  $R$  sẽ tính ngược ra được phạm vi thiết kế hợp lý của giá trị  $h$  và  $a$ , từ đó xác định được tham số hình học của khuôn làm tấm đệm.

### 2.3. Mô phỏng ảnh hưởng chiều dày tấm đệm đến phân bố ứng suất và biến dạng tiếp tuyến trên tấm đệm

#### 2.3.1 Xây dựng mô hình mô phỏng

Do ảnh hưởng của tham số chiều dày tấm đệm đến phân bố ứng suất trong tấm đệm có giá trị nhỏ, nên nếu xây dựng mô hình khối đá sau đó tiến hành đào đường lò theo kích thước thiết kế, lắp đặt neo, thì ứng suất trong tấm đệm sẽ bị ảnh hưởng của công tác khai đào và như vậy sẽ rất khó thấy được rõ sự ảnh hưởng khi thay đổi chiều dày tấm đệm đến phân bố ứng suất và biến dạng trên tấm đệm neo. Chính vì vậy trong nghiên cứu này ta không xét đến ảnh hưởng của trường ứng suất trọng lực khối đá và công tác khai đào mà chỉ xây dựng mô hình khối đá với các điều kiện biên và lắp đặt kết cấu neo để nghiên cứu.

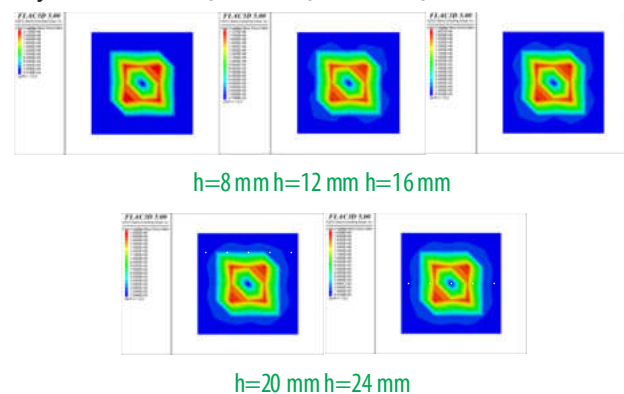


### H.3. Mô hình lưới mô phỏng

Mô hình mô phỏng nghiên cứu ảnh hưởng của tham số chiều dày tấm đệm neo đến ứng suất tiếp tuyến và biến dạng tiếp tuyến trong tấm đệm được sử dụng bằng phần mềm Flac<sup>3D</sup> [1]. Kích thước của mô hình lưới (chiều dài x rộng x cao = 6 m x 0,6 m x 4 m), lắp đặt thanh neo vào giữa mô hình thể hiện trên hình H.3, nghiên cứu các phương án thay đổi tham số chiều dày của tấm đệm neo  $d = 8$  mm, 12 mm, 16 mm, 20 mm và 24 mm. Trong mô hình tính lấy kích thước tấm đệm bằng 150 x 150 mm, mô đun đàn hồi của tấm đệm bằng 200 GPa, hệ số Poisson  $\mu = 0.3$ , cường độ giới hạn của tấm đệm bằng 235 MPa, cường độ giới hạn của thanh neo bằng 500 MPa, chiều dài neo bằng 2,4 m đường kính 22 mm. Các tham số của khối đá thể hiện trên Bảng 1.

#### 2.3.2. Ảnh hưởng của chiều dày tấm đệm đến phân bố ứng suất tiếp tuyến trên tấm đệm

Kết quả hình ảnh mô phỏng ảnh hưởng của chiều dày tấm đệm đến ứng suất theo phương tiếp tuyến trên bề mặt tấm đệm thể hiện trên hình H.4.



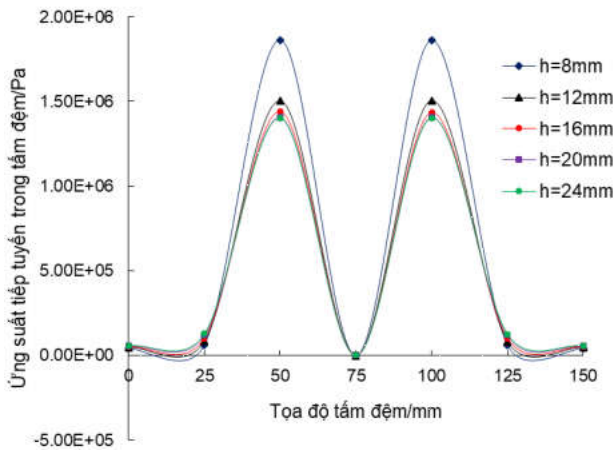
H.4. Phân bố ứng suất tiếp tuyến trên tấm đệm ứng với các chiều dày

Bảng 1. Tham số cơ học vật lý của khối đá

Mật độ (kg.m <sup>3</sup> )	Mô đun thể tích (GPa)	Mô đun cắt (GPa)	Góc ma sát trong (độ)	Cường độ kháng kéo (MPa)	Lực dính kết (MPa)
2500	2,18	1,45	32	0,40	1,10



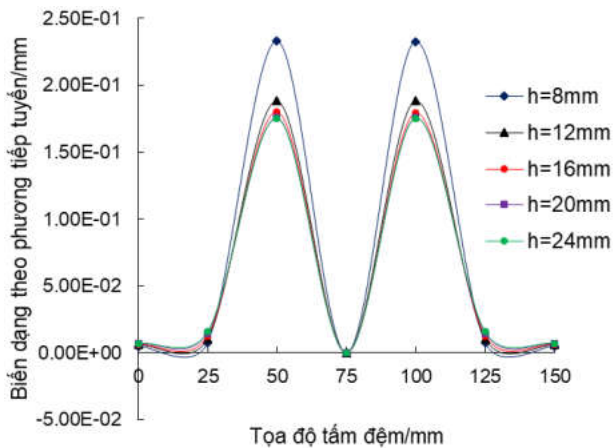
Đường cong phân bố ứng suất theo phương tiếp tuyến trên bề mặt tấm đệm ứng với các chiều dày của tấm đệm thể hiện trên hình H.5.



**H.5. Đường cong phân bố ứng suất tiếp tuyến ứng với các chiều dày tấm đệm**

**2.3.3. Ảnh hưởng của chiều dày tấm đệm đến biến dạng theo phương tiếp tuyến trên tấm đệm**

Kết quả mô phỏng ảnh hưởng của chiều dày tấm đệm đến biến dạng theo phương tiếp tuyến trên bề mặt tấm đệm thể hiện trên hình H.6.



**H.6. Biến dạng theo phương tiếp tuyến trên tấm đệm ứng với các chiều dày**

**3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

Từ kết quả mô phỏng thể hiện trên các hình H.4 và H.5 ta có thể thấy rằng khi thay đổi giá trị chiều dày tấm đệm thì giá trị ứng suất tiếp tuyến trên bề mặt tấm đệm có sự thay đổi, chiều dày tấm đệm neo càng lớn thì giá trị ứng suất tiếp tuyến trên bề mặt tấm đệm càng nhỏ. Cũng từ đường cong phân

bố ứng suất tiếp tuyến trên bề mặt tấm đệm ứng với các trường hợp chiều dày thấy rằng ứng suất tiếp tuyến tập trung lớn nhất tại vị trí cách tâm tấm đệm 50 mm và giảm dần về phía bên ngoài cũng như tâm tấm đệm. Khi tấm đệm có chiều dày lớn từ 16÷24 mm sự chênh lệch về giá trị ứng suất tiếp tuyến là không đáng kể, nhưng khi tấm đệm có chiều dày nhỏ sự chênh lệch giá trị ứng suất tiếp tuyến thể hiện rõ hơn. Điều này cho thấy không nên lựa chọn tấm đệm có chiều dày quá lớn vì không có tác dụng nhiều về mặt chịu lực mà còn gây lãng phí vật liệu, nhưng cũng không nên lựa chọn chiều dày tấm đệm quá mỏng vì tấm đệm sẽ không đủ khả năng chịu lực, dễ bị cong vênh và biến dạng.

Từ kết quả mô phỏng thể hiện trên hình H.6 ta có thể thấy rằng khi thay đổi giá trị chiều dày tấm đệm thì biến dạng theo phương tiếp tuyến trên bề mặt tấm đệm có sự thay đổi. Chiều dày tấm đệm neo càng lớn thì giá trị biến dạng theo phương tiếp tuyến trên bề mặt tấm đệm càng nhỏ, điều này có thể giải thích là khi chiều dày tấm đệm tăng làm cho tấm đệm cứng hơn từ đó khả năng kháng biến dạng cũng lớn hơn. Cũng từ biểu đồ đường cong biến dạng theo phương tiếp tuyến trên tấm đệm ứng với các chiều dày của tấm đệm thấy rằng khi thay đổi chiều dày tấm đệm thì biến dạng lớn nhất đều tập trung tại vị trí cách tâm tấm đệm bằng 50 mm, giá trị biến dạng nhỏ nhất tại vị trí tâm và biên ngoài của tấm đệm. Trên tấm đệm chỉ xuất hiện biến dạng tiếp tuyến theo một chiều. Khi tấm đệm có chiều dày từ 16÷24 mm sự chênh lệch về giá trị biến dạng tiếp tuyến là không đáng kể nhưng khi tấm đệm có chiều dày nhỏ sự chênh lệch giá trị biến dạng tiếp tuyến thể hiện rõ hơn. Đặc biệt tại trường hợp chiều dày tấm đệm bằng 8 mm thì giá trị biến dạng lớn hơn so với các trường hợp khác khá rõ.

Từ kết quả mô phỏng cho thấy khi lựa chọn chiều dày tấm đệm không nên chọn quá mỏng vì sẽ làm cho tấm đệm biến dạng lớn không đáp ứng được khả năng kháng biến dạng của tấm đệm. Nhưng cũng không nên chọn chiều dày tấm đệm quá lớn vì sẽ làm cho chi phí vật liệu tăng.

**4. KẾT LUẬN**

> Chiều dày của tấm đệm neo có ảnh hưởng đến phân bố ứng suất tiếp tuyến trong tấm đệm, nhưng vị trí ứng suất tập trung lớn nhất chỉ xuất



hiện tại vị trí cách tâm của tấm đệm 50 mm còn vùng ngoài biên và sát tâm tấm đệm có ảnh hưởng không nhiều. Chiều dày của tấm đệm càng lớn giá trị ứng suất tiếp tuyến càng nhỏ và ngược lại.

> Chiều dày tấm đệm có ảnh hưởng đến biến dạng tiếp tuyến trong tấm đệm. Kết quả mô phỏng cho thấy biến dạng theo phương tiếp tuyến tập trung chủ yếu vùng chịu ứng suất tiếp tuyến lớn nhất, vùng này cách tâm tấm đệm bằng 50 mm, trong vùng tâm và biên ngoài tấm đệm với khoảng

20÷50 mm do ứng suất tiếp tuyến khá nhỏ nên biến dạng cũng khá nhỏ.

> Từ kết quả mô phỏng cho thấy khi lựa chọn chiều dày tấm đệm không nên chọn quá mỏng vì sẽ làm cho tấm đệm biến dạng lớn không đáp ứng được khả năng kháng biến dạng của tấm đệm. Nhưng cũng không nên chọn chiều dày tấm đệm quá lớn vì sẽ làm cho chi phí vật liệu tăng. Thông thường chiều dày tấm đệm cho neo thường bằng từ 8÷10 mm, chiều dày tấm đệm cho neo cáp từ 12÷16 mm □

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Itasca (2005). Flac Fast Lagrangian Analysis of Continua. User's Guide. Third Edition (Flac Version 3.0) April 2005.
2. LIC, STILLBORG B. (1999) Analytical models for rock bolts[J]. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 36(8): 1013-1029.
3. 郑仰发, 康红普, 鞠文君, 张剑, 李建波. (2016). 锚杆拱形托板承载力试验与分析. 采矿与安全工程学报. 第33卷 第3期.
4. 吴建星. (200) 锚杆托板的合理结构与支护效果研究. 硕士学位论文

## RESEACH EFFECTS OF ANCHOR PLATES THICKNESS ON ITS TANGENTIAL STRESS AND DEFORMATION DISTRIBUTION

Dao Viet Doan

### ABSTRACT

*The anchor plate is one of the important components constituting the anchor structure. The paper uses a numerical method to build the model with the mesh size (length×width×height=6m×0.6m×4m), install a bolt in the middle of the model with the size of the plates is 150×150mm. Studies the effect width and thickness of the square plates on the stress distribution and the deformation in plates. These results show that the influence of the dimensions of plates on tangential stress distribution and tangential deformation in the plates. The research results help designing, constructing companies to have the basis for selection dimensions of anchor plates.*

**Keywords:** anchor structure, anchor plates, plates thickness, distribution of stress inside of plates, deformation inside of plates.

**Ngày nhận bài:** 14/5/2021;

**Ngày gửi phản biện:** 15/5/2021;

**Ngày nhận phản biện:** 25/5/2021;

**Ngày chấp nhận đăng:** 20/6/2021.

**Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo:** Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.