

# TÁC ĐỘNG BẤT LỢI CỦA MỰC NƯỚC LŨ KÉO DÀI DO HỒ HOÀ BÌNH ĐIỀU TIẾT ĐẾN ỔN ĐỊNH ĐÊ ĐIỀU

TS. PHẠM VĂN QUỐC<sup>1</sup>

*Tóm tắt:* Bài viết trình bày kết quả nghiên cứu về dòng thấm và ổn định đê điều chịu tác động bất lợi của mực nước lũ kéo dài do hồ Hoà Bình điều tiết.

Từ kết quả nghiên cứu và phân tích các đặc trưng của dòng thấm, hệ số an toàn ổn định mái dốc đê Sen Chiêu, tác giả kiến nghị cần chú ý đặc biệt và ưu tiên nghiên cứu *ảnh hưởng bất lợi của mực nước lũ cao kéo dài do các hồ chứa lớn Hoà Bình, Na Hang điều tiết đến ổn định đê điều đồng bằng Bắc Bộ* trong các chương trình nghiên cứu trọng điểm cấp Nhà nước.

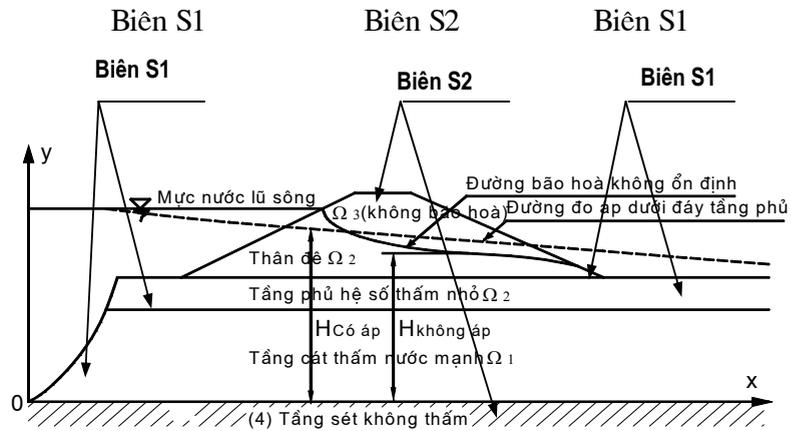
## 1. Đặt vấn đề

Khi có hồ Hoà Bình điều tiết, đỉnh lũ ở hạ du được hạ thấp, nhưng thời gian duy trì mực nước lũ cao lại dài hơn. Lấy lũ năm 1971 để so sánh, đỉnh lũ thực đo tại Hà Nội 14,13 m; nếu có hồ Hoà Bình điều tiết thì có thể hạ thấp xuống 12,5 m nhưng thời gian duy trì mực nước từ 5 ngày lại tăng lên 14 ngày một cách tương ứng [1]. Bài viết này trình bày một số kết quả nghiên cứu về dòng thấm và ổn định đê chịu tác động bất lợi của mực nước lũ kéo dài do hồ Hoà Bình điều tiết. Chúng tôi chọn đoạn đê Sen Chiêu huyện Phúc Thọ tỉnh Hà Tây có nền cát thấm nước mạnh thông với sông, thường xuyên xảy ra hiện tượng mạch dùn, mạch sủi, lụp đi lụp lại nhiều lần trong các mùa lũ, chịu tác động của mực nước lũ cao kéo dài nhiều ngày do điều tiết và xả lũ của hồ Hoà Bình để tính toán cụ thể.

## 2. Kết quả nghiên cứu lý thuyết về thấm và ổn định đê

### 2.1. Thấm có áp - không áp, bão hoà - không bão hoà qua đê

Chúng tôi đã mô phỏng thấm không áp - có áp, bão hoà - không bão hoà qua thân và nền đê có tầng cát thông với sông bằng phương trình vi phân đạo hàm riêng [3].



Hình 1. Sơ đồ phân chia miền thấm tính toán

**2.2. Ổn định mái dốc đê chịu ảnh tác động của dòng thấm có áp**

Chúng tôi đã bổ sung thêm lực thuỷ động đẩy nổi của dòng thấm có áp vào biểu thức của K. Terzaghi (viết theo quan điểm ứng suất tổng) và biểu thức của N. M. Ghecxêvanôv khi tính toán hệ số an toàn ổn định mái dốc đê phía đồng [3].

**2.3. Ổn định đáy bực đột ngột tầng phủ nền đê**

Chúng tôi cũng đã lập biểu thức tính hệ số an toàn chống đẩy bực đột ngột tầng phủ nền đê theo PP trạng thái cân bằng giới hạn, xét đến lực dính của đất, phù hợp với TCXDVN 285-2002 như sau:

$$K_{at} = \frac{[\xi \cdot \gamma_{dn} \cdot S \cdot tg \varphi_i + 2 \cdot C_t]}{2 \cdot \left( \frac{\gamma \cdot h}{S} - \gamma_{dn} \right)} \quad (1)$$

S - chiều dày tầng phủ (m); h - độ cao cột nước đo áp (m) tại điểm giữa đáy cột đất phân tố (m);  $\gamma \cdot h$  - áp suất thuỷ động đẩy ngược tác dụng lên đáy phân tố (kN/m<sup>2</sup>). Điều kiện đảm bảo để tầng phủ sau chân đê không bị áp lực thuỷ động của dòng thấm có áp đẩy bực là:

$$K_{at} \geq [K_{at}]; [K] = n_c \cdot \frac{K_n}{m}; \xi - \text{hệ số áp lực hông}; \xi = \frac{\mu}{1 - \mu}; \mu - \text{hệ số Poission}; \gamma_{dn} - \text{trọng}$$

lượng riêng đẩy nổi của đất tầng phủ; m - hệ số điều kiện làm việc; n<sub>c</sub> hệ số tổ hợp tải trọng.

**3. Phân tích thấm và ổn định đê Sen Chiểu theo thời gian**

**3.1. Phân tích thấm không ổn định đê Sen Chiểu**

Sử dụng Seep/W, Slope/W, Sigma/W để phân tích thấm và ổn định mái dốc và dùng biểu thức (1) để tính toán ổn định phòng chống đẩy bực nền đê Sen Chiểu. Phương trình tính thấm:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( K_x \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_y \frac{\partial H}{\partial y} \right) + Q = m_w \cdot \gamma_w \frac{\partial H}{\partial t} \quad (2)$$

H - Cột nước (m); K<sub>x</sub>, K<sub>y</sub> - Hệ số thấm của đất lần lượt theo phương x và phương y (m/s); Q - Cường độ thấm trên biên giới (m<sup>3</sup>/s.m); t- Thời gian; m<sub>w</sub> - Độ dốc đường cong  $\Theta = f(uw)$ ;  $\Theta$  - Độ ẩm thể tích; y - Chiều cao so với mặt chuẩn tính toán (m); uw - Áp lực nước lỗ rỗng

(kN/m<sup>2</sup>);  $\gamma_w$  - Trọng lượng đơn vị của nước (kN/m<sup>3</sup>) [4]. Hệ số an toàn mái dốc đề xác định theo Phương pháp Bishop đơn giản:

$$K_{at} = \frac{1}{\sum W \cdot \sin \alpha} \sum \frac{[c' \cdot b + (W - u \cdot b) \cdot \text{tg } \varphi'] \sec \alpha}{1 + \frac{\text{tg } \alpha \cdot \text{tg } \varphi'}{K_{at}}} \quad (3)$$

• Các trường hợp tính toán:

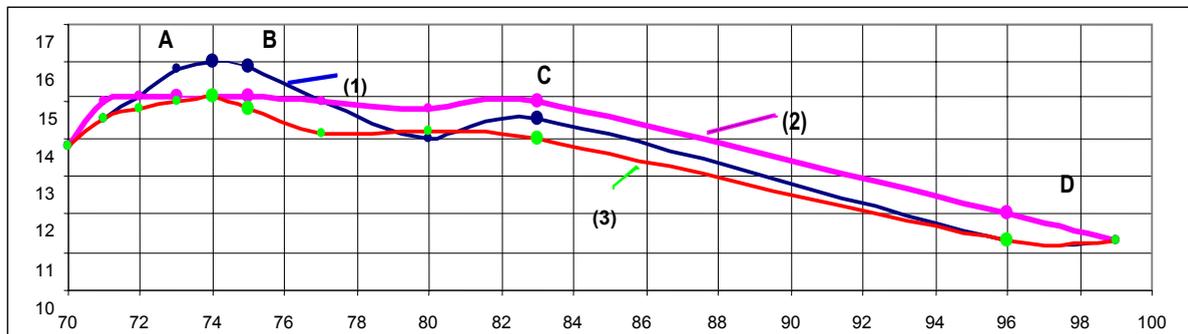
- + Tính thấm và ổn định cho đề hiện trạng, mực nước lũ thực đo năm 1971 (BT1-1).
- + Tính thấm và ổn định với mặt cắt đề hiện trạng, mực nước lũ thực đo năm 1971 nhưng đã được hồ Hoà Bình điều tiết giữ mực nước hồ ở cao trình 100 m (BT1-2).
- + Tính toán thấm và ổn định với quá trình lũ thực đo năm 1971 nhưng được hồ Hoà Bình điều tiết giữ mực nước hồ ở cao trình 88m (BT2).

**Bảng 1. Hệ số thấm của các lớp đất đưa vào tính toán**

TT	Lớp đất	Đơn vị	Lớp (1)	Lớp (1a)	Lớp (2)	Lớp (3)	Lớp (4)	Lớp (5)	Lớp (6)
6	Hệ số thấm K	m/s	$3 \times 10^{-7}$	$5 \times 10^{-7}$	$1 \times 10^{-7}$	$5 \times 10^{-6}$	$3 \times 10^{-5}$	$3 \times 10^{-4}$	$7 \times 10^{-4}$

Ba đường quá trình mực nước lũ tính toán nêu ở Hình 2, bước thời gian bằng 2 giờ.

Cao độ (m)



Thời gian (ngày)

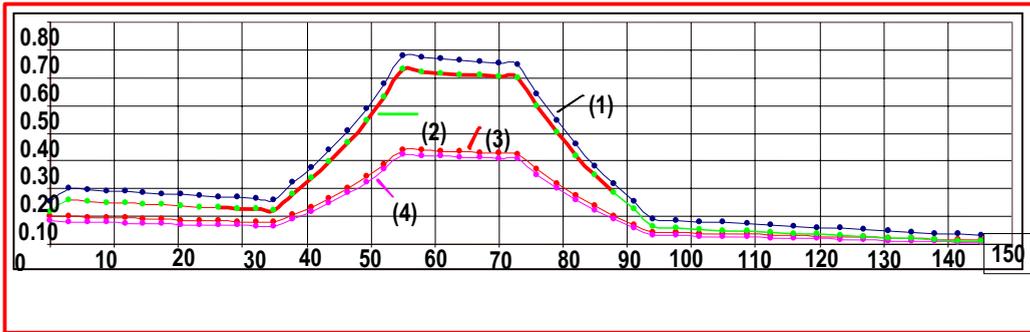
**Hình 2. Các đường quá trình mực nước tính toán (từ ngày 17-8-1971 đến ngày 15-9-1971)**

- (1) - Mực nước thực đo năm 1971.
- (2) - Mực nước lũ năm 1971, được hồ Hoà Bình điều tiết theo, giữ mực nước hồ cao trình 100m.
- (3) - Mực nước lũ năm 1971 nhưng được hồ Hoà Bình điều tiết, giữ mực nước hồ cao trình 88m.

**Kết quả tính toán thấm:**

- Kết quả tính toán gradient thấm  $J_{xy}$  phân bố dọc tầng phủ hạ lưu (BT1):

$J_{xy}$



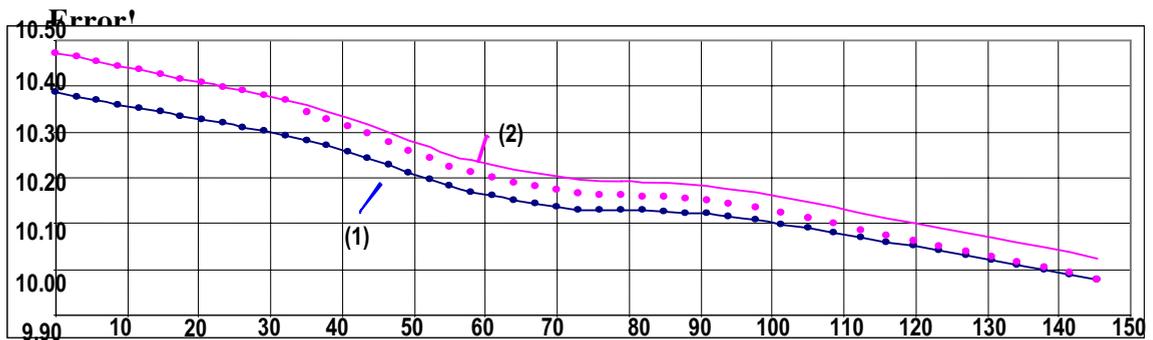
Khoảng cách so với chân đê (m)

**Hình 3. So sánh phân bố  $J_{xy}$ , ngày thứ 74-thời điểm A, đỉnh lũ thực đo**

- (1) - Tại mặt tầng phủ - ứng mực nước thực đo
  - (2) - Tại mặt tầng phủ - ứng mực nước điều tiết
  - (3) - Tại đáy tầng phủ - ứng mực nước thực đo
  - (4) - Tại đáy tầng phủ - ứng mực nước điều tiết
- (chú ý tại chỗ có ao hồ, tầng phủ mỏng, trị số  $J_{xy}$  lớn, biểu đồ  $J_{xy}$  vồng lên)

• Kết quả tính toán cột nước đo áp H dưới đáy tầng phủ hạ lưu (BT1):

H(m)

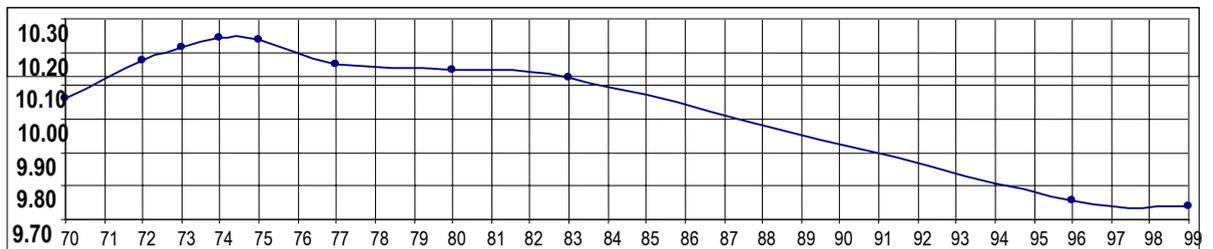


Khoảng cách so với chân đê (m)

**Hình 4. So sánh phân bố cột nước đo áp (H), ngày thứ 83-thời điểm C (mực nước lũ điều tiết bắt đầu rút)**

- (1) - Ứng với mực nước thực đo
- (2) - Ứng với mực nước điều tiết

H(m)

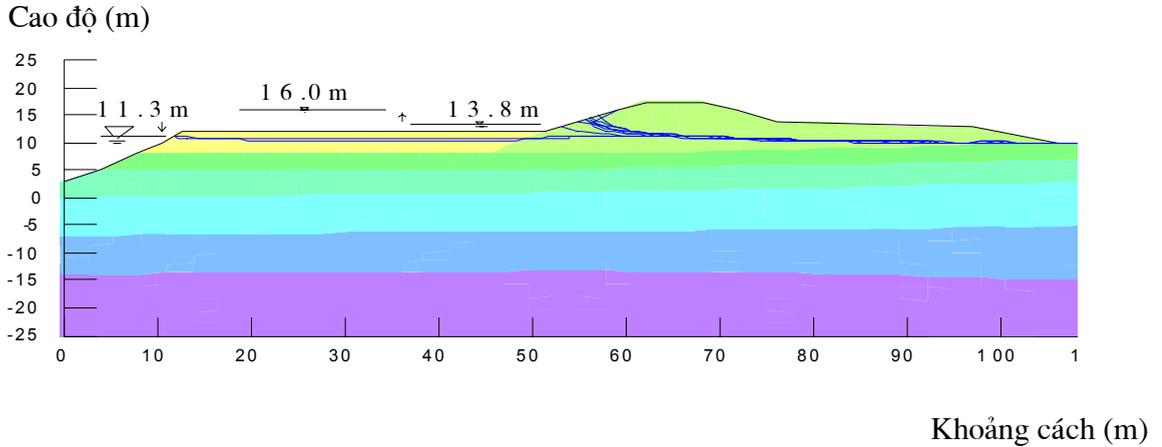


Thời gian (ngày)

**Hình 5. Cột nước đo áp H theo thời gian, tại điểm cách chân đê phía đồng 55m**

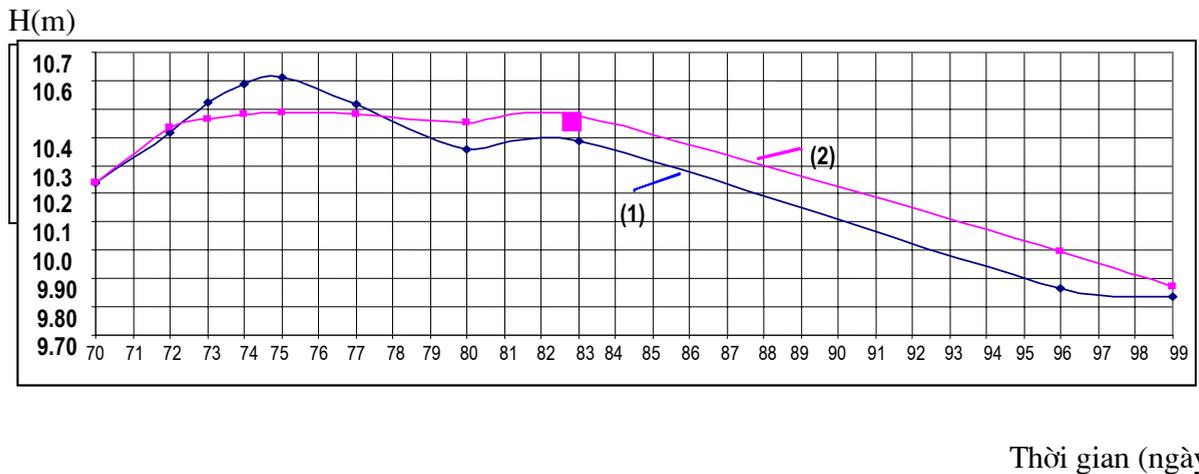
**Nhận xét các thông số thấm theo quá trình lũ:**

- Thời điểm xuất hiện  $J_{xy}$  và  $H$  lớn nhất phụ thuộc vào đặc điểm từng cơn lũ, nhưng  $J_{xy}$  và  $H$  lớn nhất không phải xuất hiện tại thời điểm đỉnh lũ mà lại xuất hiện sau thời điểm đỉnh lũ với khoảng thời gian từ 1 đến 3 ngày.
- Đường bão hoà trong thân đê thay đổi theo quá trình lũ, trong một cơn lũ đường bão hoà trong thân đê phía hạ lưu cao nhất không xảy ra vào thời điểm đỉnh lũ, mà chậm sau thời điểm đỉnh lũ từ 1 đến 3 ngày, và sau đỉnh lũ đường bão hoà thấm trong thân đê vẫn duy trì ở mức cao.



**Hình 6. Diễn biến đường bão hoà thấm trong thân đê - Bài toán 1.1**

- Kết quả tính toán cho thấy rõ ảnh hưởng rất quan trọng của chiều dày tầng phủ đến giá trị và phân bố  $J_{xy}$  và  $H$ ; đó là, khi tầng phủ bị mỏng cục bộ, thì  $J_{xy}$  lớn và là nguyên nhân gây ra mất ổn định thấm; trong khi đó giá trị  $H$  tại vùng này thay đổi không nhiều.



**Hình 7. So sánh diễn biến cột nước đo áp (H) dưới đáy tầng phủ chân đê phía đồng**

- (1)--- Ứng với mực nước lũ thực đo năm 1971 (BT1-1)
- (2)--- Lũ thực đo năm 1971, nhưng có hồ Hoà Bình, mực nước hồ +100m (BT1-2).

- Đường bão hoà thấm trong nửa thân đê phía đồng ứng với mực nước lũ được điều tiết còn cao hơn so với trường hợp mực nước thực đo.

Chú ý:

- + Thời điểm đỉnh mực nước lũ thực đo - ngày thứ 74, 21/8/1971 - Thời điểm A.
- + Thời điểm sau đỉnh lũ thực đo 1 ngày - ngày thứ 75, 22/8/1971 - Thời điểm B.
- + Thời điểm mực nước lũ điều tiết bắt đầu rút - ngày thứ 83, 30/8/1971 - Thời điểm C.
- + Thời điểm tại chân mực nước lũ thực đo - ngày thứ 96, 12/9/1971 - Thời điểm D.

### 3.2. Phân tích ổn định đê Sen Chiểu

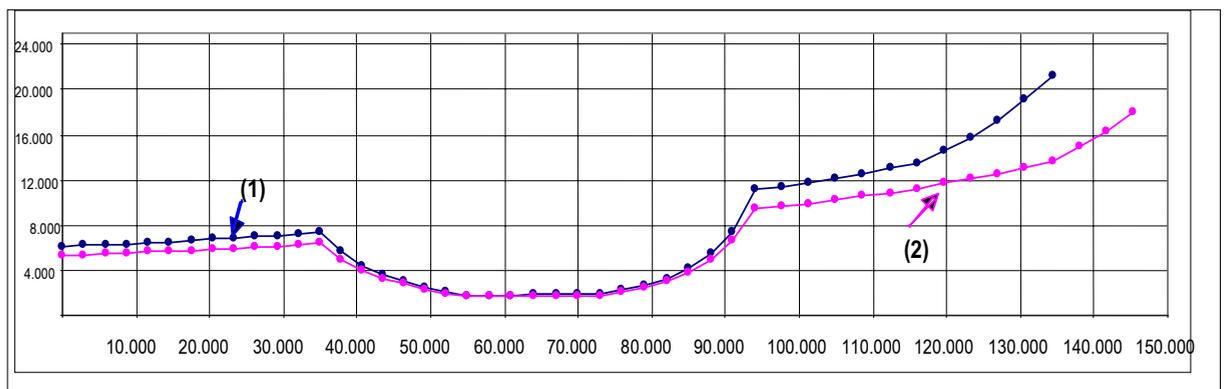
#### 3.2.1. Ổn định chống đẩy bực đột ngột tầng phủ hạ lưu

- Các giá trị tính toán của đất tầng phủ hạ lưu: Hệ số áp lực hông  $\xi = 0,6$ ;  $\varphi_1 = 6,5$  độ,  $C_1 = 11$  (kN/m<sup>2</sup>);  $\gamma_{tn} = 18,8$  (kN/m<sup>3</sup>); tỷ trọng  $\Delta = 2,740$ ,  $\varepsilon = 0,868$ ; S phụ thuộc vào điểm tính toán; h phụ thuộc vào từng thời điểm tính toán;  $\gamma_n = 10$  (kN/m<sup>3</sup>).

- Ổn định chống đẩy bực tầng phủ đê hiện trạng, lũ thực đo năm 1971 (BT1)

**Bảng 2. Hệ số an toàn chống đẩy bực đột ngột tầng phủ tại các thời điểm (BT1)**

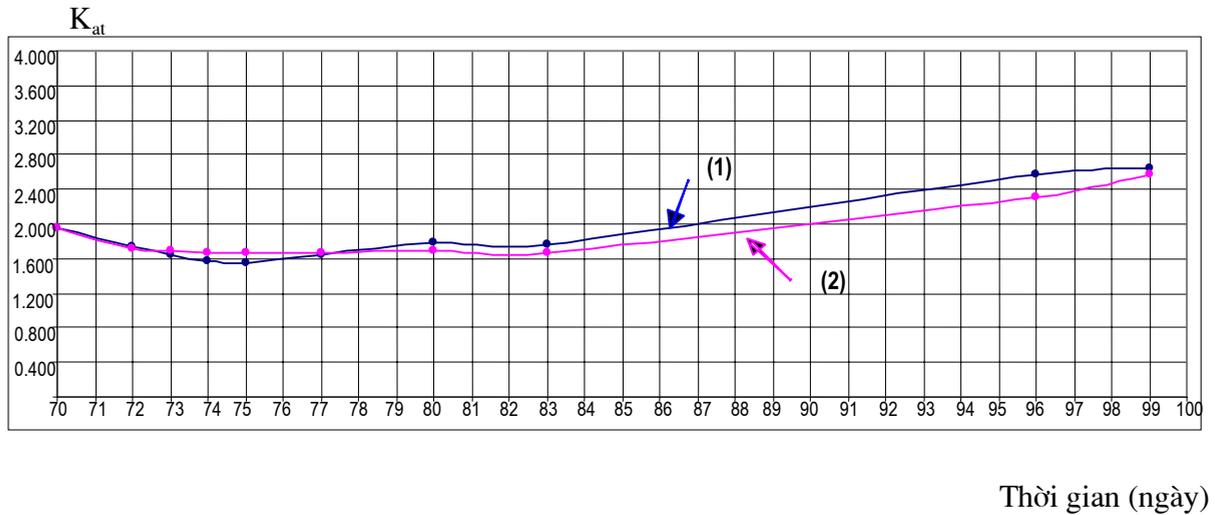
Ký hiệu điểm	Hệ số an toàn $K_{at}$							
	Thời điểm A		Thời điểm B		Thời điểm C		Thời điểm D	
	BT 1.1	BT 1.2	BT 1.1	BT 1.2	BT 1.1	BT 1.2	BT 1.1	BT 1.2
1 <sub>a</sub>	4.520	5.232	4.398	5.187	6.054	5.286		
2 <sub>a</sub>	5.414	6.309	5.255	6.243	7.372	6.365		
3 <sub>a</sub>	1.576	1.672	1.556	1.665	1.766	1.677	2.582	2.314
4 <sub>a</sub>	1.646	1.741	1.624	1.734	1.836	1.746	2.641	2.379
5 <sub>a</sub>	7.892	9.328	7.575	9.209	11.156	9.402		
6 <sub>a</sub>	12.607	17.847	11.976	17.179		18.022		



Khoảng cách (m)

**Hình 8. Biểu đồ hệ số an toàn chống đẩy bực đột ngột tầng phủ hạ lưu ( $K_{at}$ ) dọc theo chiều dài tầng phủ, tại ngày thứ 83 (lũ bắt đầu rút - thời điểm C) (BT1)**

(1) - Ứng với mực nước thực đo (2) - Ứng với mực nước điều tiết



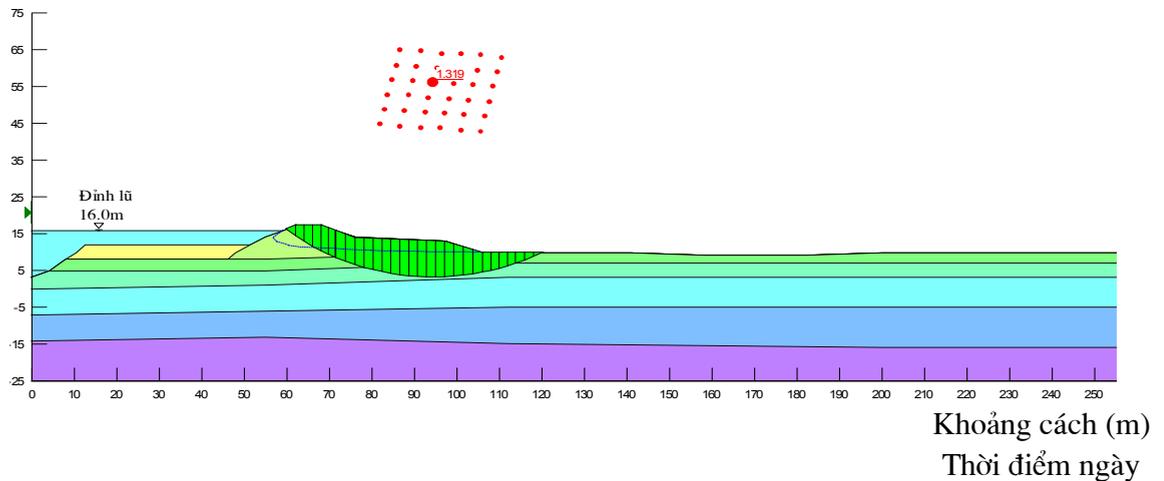
(1) - Ứng với mực nước thực đo (2) - Ứng với mực nước điều tiết

**Hình 9. Biểu đồ hệ số an toàn chống đẩy bực đột ngột tăng phủ hạ lưu ( $K_{at}$ ) tại điểm cách chân đê phía đồng 55m theo thời gian**

3.2.2. Ổn định mái dốc đê

Ổn định đê hiện trạng, mực nước lũ thực đo năm 1971 (BT1)

Cao độ (m)

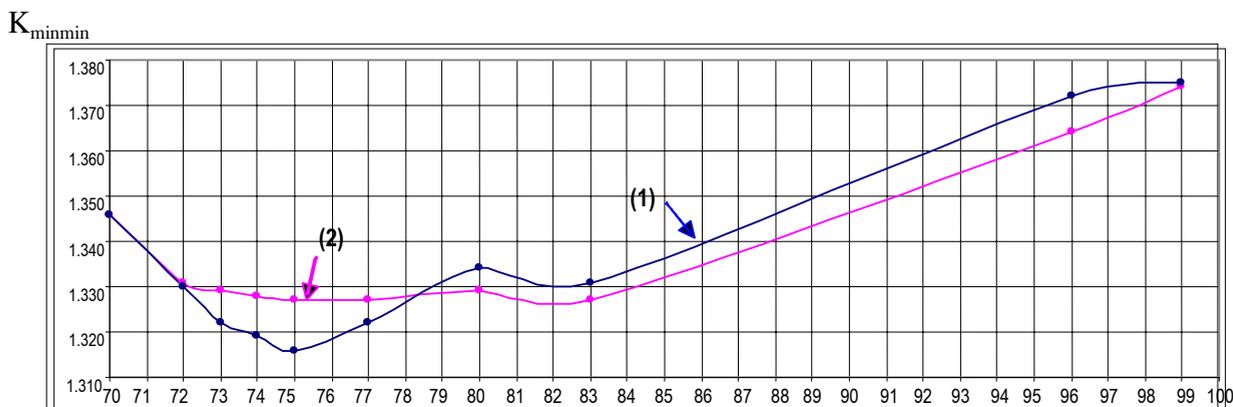


**Hình 10. Kết quả tính toán hệ số ổn định trượt mái đê phía đồng,**

**Bài toán 1.1 thứ 74 (đỉnh lũ thực đo - thời điểm A),  $K_{min\ min} = 1,319$ .**

**Bảng 3. Kết quả tính toán hệ số ổn định trượt mái đê ( $K_{minmin}$ ) (BT1)**

TT	Thời điểm xét	$K_{minmin}$ phía đồng		$K_{minmin}$ phía sông	
		BT 1.1	BT 1.2	BT 1.1	BT 1.2
1	Thời điểm A	1,319	1,328	1,836	1,678
2	Thời điểm B	1,316	1,327	1,835	1,655
3	Thời điểm C	1,331	1,327	1,607	1,656
4	Thời điểm D	1,372	1,364	1,464	1,412



(1) - Ứng với mực nước lũ thực đo Thời gian (ngày)

(2) - Ứng với điều tiết lũ theo phương án giữ mực nước hồ ở cao trình 100m

**Hình 11. Biểu đồ diễn biến hệ số ổn định mái dốc đê phía đồng theo thời gian**

#### 4. Kết luận và kiến nghị

- Nghiên cứu của chúng tôi góp phần làm phong phú thêm lý thuyết thấm không ổn định trong môi trường phân lớp với trạng thái có áp - không áp, bão hòa - không bão hòa.

- Nên sử dụng biểu thức (1) để tính hệ số an toàn chống đẩy bực đột ngột tầng phủ nền đê theo PP trạng thái cân bằng giới hạn, xét đến lực dính của đất, phù hợp với TCXDVN 285-2002.

- Khi dùng biểu thức của K. Terzaghi (*viết theo quan điểm ứng suất tổng*) và biểu thức của N. M. Ghecxêvanôv để tính toán hệ số an toàn ổn định mái dốc đê phía đồng, cần chú ý bổ sung thêm lực thủy động đẩy nổi của dòng thấm có áp như theo đề nghị của chúng tôi.

- Sử dụng phần mềm SEEP/W đã xác định một cách định lượng các quan hệ của quá trình thấm không ổn định - bão hòa - không bão hòa, bao gồm: Quan hệ giữa các thông số của dòng thấm ( $H$ ,  $J_{xy}$ , đường bão hòa thấm...) theo thời gian ứng với các quá trình mực nước lũ khác nhau; phân bố giá trị độ dốc thủy lực của dòng thấm, tổng cột nước đo áp dọc theo chiều dài tầng phủ hạ lưu; ảnh hưởng của chiều dày tầng phủ phía đồng đến phân bố gradient thấm và cột nước đo áp của dòng thấm có áp dưới nền đê.

- Tại các chỗ có ao, hồ, đầm, thùng đấu; chiều dày tầng phủ mỏng thì giá trị gradient thấm  $J_{xy}$  tăng mạnh. Vì vậy, chiều dày tầng phủ phía đồng có tác dụng đặc biệt quan trọng đến giá trị và sự phân bố gradient thấm và đảm bảo ổn định chống đẩy bực đột ngột tầng phủ nền đê.

- Kết quả tính toán thấm qua đê Sen Chiểu cho thấy, sau đỉnh lũ đường đo áp của dòng thấm có áp và đường bão hòa thấm phía nửa thân đê phía đồng vẫn tiếp tục phát triển và đạt cao nhất sau thời điểm đỉnh lũ từ 1 đến 3 ngày. Như vậy, cần phải đặc biệt chú ý trong công tác tuần tra canh gác đê, không chủ quan khi mực nước lũ đã rút xuống thấp.

- Khi hồ Hòa Bình điều tiết - phương án giữ cao trình mực nước hồ ban đầu = +100m đã duy trì mực nước lũ ở mức cao ở hạ du dài hơn nhiều so với mức lũ (*tuy cao hơn*) khi chưa có hồ Hòa Bình, dẫn đến đường đo áp của dòng thấm có áp và đường bão hòa thấm từ nửa thân đê phía đồng ứng với mực nước lũ được điều tiết còn cao hơn so với trường hợp mực nước lũ thực đo. Tác động bất lợi này đe dọa đê có thể bị mất an toàn ngay cả khi đã có hồ Hòa Bình điều tiết.

- Khi hồ Hoà Bình được điều tiết và xả lũ với phương án giữ cao trình mực nước hồ ban đầu = +88m thì hệ số an toàn ổn định mái dốc và hệ số an toàn chống đẩy bực đột ngột tầng phủ luôn luôn lớn hơn so với trường hợp lũ thực đo năm 1971 có hồ Hoà Bình điều tiết - phương án giữ cao trình mực nước hồ ban đầu = +100m. Điều này chứng tỏ nếu tăng dung tích siêu cao của hồ Hoà Bình thì sẽ tăng mức đảm bảo an toàn chống lũ của đê điều hạ du.

- Nghiên cứu diễn biến thấm và tác động của nó đến ổn định đê điều chịu tác động của mực nước lũ kéo dài do hồ Hoà Bình điều tiết có ý nghĩa khoa học và thực tiễn rất lớn. Để có kết luận đầy đủ, đề tài này cần được các cơ quan nghiên cứu, các cấp quản lý kỹ thuật phòng chống lũ chú ý. Chúng tôi đề nghị nên ưu tiên nghiên cứu “*ảnh hưởng bất lợi của mực nước lũ cao kéo dài do các hồ chứa lớn Hoà Bình, Na Hang điều tiết, xả lũ đến diễn biến thấm và ổn định đê điều đồng bằng Bắc Bộ*” trong các chương trình nghiên cứu trọng điểm cấp Nhà nước.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Trịnh Quang Hoà: “Công nghệ nhận dạng lũ trong điều hành hồ Hoà Bình và ảnh hưởng của nó đến dòng chảy sông Hồng, sông Thái Bình”, Đề tài cấp Nhà nước, 1995.

[2] Phạm Văn Quốc: “Kết quả nghiên cứu thấm không ổn định và tác động của nó đến sự ổn định đê có nền cát thông với sông”, Khoa học Công nghệ Xây dựng, 2001, tr. 51-55.

[3] Phạm Văn Quốc: “Nghiên cứu dòng thấm không ổn định và tác động của nó đến ổn định công trình đê có nền cát thông với sông”, Luận án Tiến sĩ, Thư viện Quốc gia, 2001.

[4] D.G. Fredlund, H. Rahardjo: *Cơ học đất cho đất không bão hoà*, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội, 1998 và 2000, tập 1 và tập 2.

[5] Geo-Slope International Ltd.: “SEEP/W User’s Guide” - Calgary, Alberta, Canada, 1998.

## Summary

This paper presents the studied results on seepage and stability of the dikes under the adverse impacts of the long lasting high flood water levels that are caused by the regulation and discharge of Hoabinh reservoir.

Based on the studied results on seepage factors, stability coefficients of preventing from the busted overlain layers and slope stability coefficients for the Senchieu dike, the author has suggested that it is necessary to pay specially attention and give priority researching on *the adverse impacts of the long-lasting high flood water levels that are caused by the regulation and discharge of the huge Hoabinh and Nahang reservoirs on seepage processes and on stability for Bacbo dikes* in the key research programs at the governmental level.