

ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ BIẾN DẠNG THẨM Ở NỀN ĐÊ KHU VỰC ĐỚI ĐỘNG SÔNG HỒNG HÀ NỘI

ThS. NGUYỄN CÔNG KIÊN

Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Biến dạng thấm nền đê là tổ hợp các quá trình địa chất cơ sở, bao gồm: bực đất, đùn đất, xói ngầm, cát chảy,... phát triển dọc theo hệ thống đê trong thời gian mưa lũ. Bài báo giới thiệu cơ chế phá hủy thấm nền đê và phương pháp đánh giá, dự báo, phân vùng tương ứng trên cơ sở xác định áp lực dòng thấm ở nền đê, khả năng chống bực đất của tầng phủ chắn nước, đùn đẩy cát của tầng thấm nước và áp dụng cho hệ thống đê đới động sông Hồng địa phận Hà Nội.

Abstract: Dike foundation permeability deformation is a combination of basic geological processes, including: Flat soil, soil extrusion, underground erosion, flowing sand ... developed along the dike system during floods. The article introduces the dike embankment destruction mechanism and corresponding assessment, forecasting and zoning methods on the basis of determining the seepage pressure in the dyke foundation, the ability to resist the podium of the water cover, extrusion sand of the infiltration layer and applied to the dyke system of the Red River dynamic zone in Hanoi.

Keywords: Permeability deformation, seepage pressure.

1. Đặt vấn đề

Để có một hệ thống đê ổn định bền vững, việc nghiên cứu các tác động của nước mặt và nước ngầm trong mùa mưa lũ đối với nền và thân đê là rất quan trọng. Một trong những tác động quan trọng là biến dạng thấm nền đê trong mùa mưa lũ và đặc điểm phân bố phức tạp của các lớp đất dưới nền đê sẽ là điều kiện để nước ngầm phá hủy nền đê gây ra vỡ đê. Nghiên cứu biến dạng thấm nền đê sẽ bổ sung cơ sở cho việc dự báo và quy hoạch sử dụng các vùng đất ven sông một cách bền vững.

Biến dạng thấm nền đê là tổ hợp các quá trình cơ sở (bực đất, đùn đất, xói ngầm, cát chảy,...) phát triển dọc theo hệ thống đê trong thời gian mưa lũ.

Hiện nay có nhiều phương pháp để xác định áp lực thấm và nghiên cứu biến dạng thấm ở nền đê. Trong các phương pháp giải theo bài toán phẳng, phương pháp giải tích của V.A. Mironenko và V.M. Sextakov cho phép xác định áp lực của dòng thấm trong trường hợp thấm không ổn định, dòng thấm được coi là phẳng ngang, một hướng theo sơ đồ nửa giới hạn (sơ đồ có một biên mực nước biến đổi, còn biên kia ở xa vô cùng) bằng cách tuyến tính hóa phương trình vận động nước dưới đất theo thời gian (phương trình Butxinet). Phương pháp giải tích cho kết quả khá chính xác trong trường hợp tầng chứa nước có cấu trúc đồng nhất, dòng chảy của sông tương đối thẳng. Để xác định áp lực dòng thấm và dự báo biến dạng thấm ở nền đê của đới động sông Hồng khu vực Hà Nội, trong bài báo này phương pháp giải tích của V.A. Mironenko và V.M. Sextakov được sử dụng.

2. Cơ sở đánh giá, dự báo biến dạng thấm nền đê

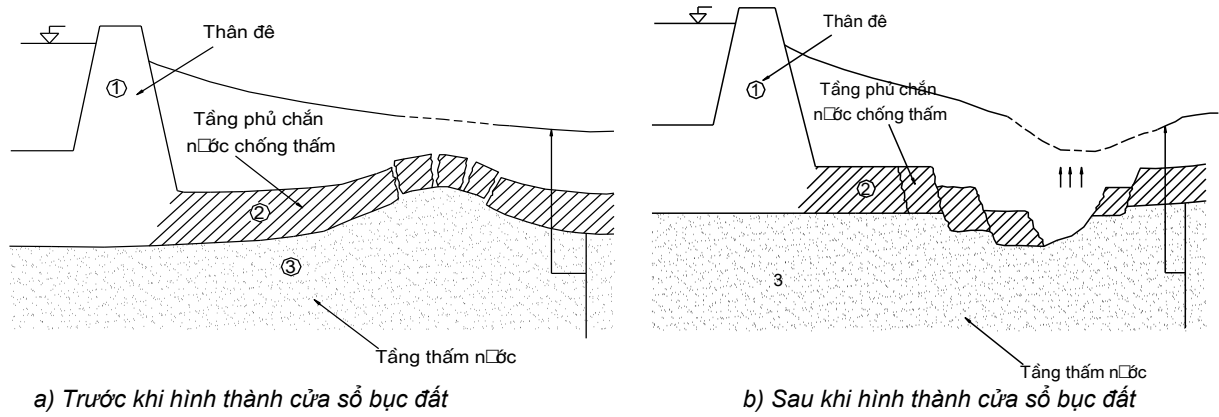
2.1 Cơ chế phá hủy thấm nền đê trong thời gian mưa lũ

Trong mùa mưa lũ, mực nước sông dâng cao. Tại các khu vực dưới nền đê tồn tại các lớp cát thấm nước tốt, xuất hiện dòng thấm có xu hướng đi từ sông qua nền đê làm gia tăng áp lực dòng thấm ở phía hạ lưu đê. Áp lực này sẽ gia tăng nhanh chóng theo thời gian ngâm lũ. Nếu thời gian ngâm lũ kéo dài, áp lực dòng thấm ở phần hạ lưu đê sẽ rất lớn, khi đó sự ổn định của nền đê phía hạ lưu phụ thuộc hoàn toàn vào độ bền của lớp phủ chắn nước nằm trên tầng cát thấm nước. Quá trình phá hủy nền đê thực sự bắt đầu từ khi xuất hiện hiện tượng bực đất do chiều dày và độ bền của lớp phủ bảo vệ không đủ lớn và hình thành miền thoát tích cực qua cửa sổ bực đất. Dòng thấm nhanh chóng tập trung qua cửa sổ bực đất, phá vỡ các mối liên kết kiến trúc giữa các hạt cát (nếu có) và đùn đẩy cát thoát qua cửa sổ tạo thành các khoảng rỗng xung quanh cửa sổ làm sập lớp đất phủ bảo vệ phía trên. Quá trình này lan nhanh theo chiều từ cửa sổ bực đất đến chân đê

(theo chiều gia tăng của áp lực dòng thấm). Khi quá trình đã lan đến chân đê thì đê bị sập và vỡ đê chỉ xảy ra trong chốc lát. Nếu tầng phủ chắn nước phía hạ lưu bị chọc thủng sẵn do đào giếng, đào ao... thì quá trình biến dạng thấm nền đê đã có sẵn miền thoát sẽ phát triển thuận lợi hơn.

Như vậy, quá trình phá hủy hệ thống đê do biến dạng thấm từ nền đê có thể sắp xếp theo thứ tự

như sau từ thực tế các sự cố đê Hà Nội. Gia tăng áp lực dòng thấm phía hạ lưu đê → thấm lậu nền đê → bục đất → tập trung và phát triển dòng thấm qua cửa sổ bục đất → đùn, đẩy cát qua cửa sổ bục đất → tập trung và phát triển dòng bùn cát qua cửa sổ bục đất → lún sập tầng phủ chống thấm phát triển từ cửa sổ bục đất tới chân đê → sập đê - vỡ đê (hình 1, 2).



Hình 1. Sơ họa quá trình phá hủy thấm nền đê



Hình 2. Hình ảnh phá hủy thấm nền đê Văn Cốc - Hà Tây năm 1986

2.2 Điều kiện phát sinh biến dạng thấm phá hủy nền đê

Để phát sinh biến dạng thấm dẫn tới bục đất và phá hủy nền đê, cần có đồng thời các điều kiện:

- Tồn tại áp lực thấm đủ lớn;
- Địa tầng nền đê thuận lợi với sự tồn tại của lớp thấm nước tốt;
- Tính chất cơ lý của tầng phủ đủ yếu.

Bục đất là hiện tượng phá thủng tầng chắn nước bề mặt ở phía hạ lưu đê (nằm trên tầng cát thông nước) khi áp lực thủy động của tầng chứa nước trong thời gian ngâm lũ vượt quá khả năng chống đỡ của lớp phủ. Bài toán bục đất có thể mô phỏng theo mô hình phá hủy uốn hoặc cắt tầng chắn nước phía trên phụ thuộc vào cấu trúc địa chất và đặc điểm khai thác đào bới lớp phủ chống thấm

nằm trên. Để đơn giản hoá và thiên về an toàn có thể sử dụng mô hình phá hủy cắt. Cơ sở xây dựng bài toán là xét điều kiện cân bằng của lực thủy động từ dưới lên (do gia tăng áp lực tầng chứa nước nằm dưới) tác dụng vào đáy của tầng chắn nước với trọng lượng khối đất nằm trên và lực ma sát thành. Bài toán xét cho một trụ đất tầng chắn nước có tiết diện ngang hình vuông có cạnh đơn vị, chiều dày m, dung trọng γ_d , lực dính C, góc ma sát trong ω , áp lực nước tác động H.

Khả năng chống bục đất của tầng phủ được đánh giá thông qua hệ số chống bục đất K theo sơ đồ phá hủy cắt:

$$K = \frac{2\lambda tg\varphi m^2 + m\left(\frac{4C}{\gamma d}\right) + 1}{H} \tag{1}$$

trong đó: K - hệ số chống bực đất;

M - chiều dày lớp phủ chống thấm (m);

$$\lambda = \frac{V}{1 - \nu}; \quad \nu - \text{hệ số Poisson } (\nu = 0.3 - 0.45 \text{ đất}$$

sét, $\nu = 0.2 - 0.45$ đất cát);

C, φ , γ_d - lực dính, góc ma sát trong và dung trọng của đất tầng phủ chống thấm;

H - áp lực tầng thấm nước ở hạ lưu để kể từ đáy của tầng phủ chống thấm;

K= 1 - tầng phủ chống thấm ở trạng thái giới hạn chống bực đất;

K<1 - tầng phủ chống thấm không bền vững chống bực đất;

K >1 - tầng phủ chống thấm bền vững chống bực đất.

Khả năng đùn đẩy cát của tầng thấm nước cũng sử dụng để đánh giá ổn định thấm của đất nền để và được đánh giá theo giá trị gradien đẩy nổi (I_{dn}) và gradien áp lực thấm giới hạn của cát (I_{gh}) khi chịu tác dụng của dòng thấm đi lên được xác định theo K. Terzaghi, N.N. Maxlov;

$$I_{dn} = \frac{\Delta H}{L} \quad (10)$$

$$I_{gh} = (\rho - 1) (1 - n) \quad (11)$$

trong đó:

I_{dn} - gradien đẩy nổi của dòng thấm theo chiều thẳng đứng;

ΔH - giá trị áp lực tầng thấm nước tính từ bề mặt đất;

L - chiều dày của tầng thấm nước tồn tại dòng thấm đi lên (chiều dày vùng biến dạng của lưới thấm);

ρ - khối lượng riêng của cát;

n - hệ số rỗng của cát;

Giá trị L phụ thuộc vào khoảng cách từ cửa sổ bực đất đến chân đê, áp lực dòng thấm và thời gian ngâm lũ.

Nếu $I_{dn} = I_{gh}$: cát của tầng thấm nước ở trạng thái cân bằng giới hạn.

Nếu $I_{dn} < I_{gh}$: cát của tầng thấm nước không bị đùn đẩy qua cửa thoát.

Nếu $I_{dn} > I_{gh}$: cát của tầng thấm nước bị đùn đẩy qua cửa thoát và quá trình biến dạng thấm nền để bắt đầu phát triển.

Theo các giá trị của hệ số ổn định chống bực đất và gradien đẩy nổi, khả năng ổn định của hệ thống đê do tác động của quá trình biến dạng thấm nền để được đánh giá như bảng 1.

Bảng 1. Đặc điểm phân vùng hệ thống đê theo khả năng phát triển các quá trình biến dạng thấm nền để

Vùng	Chỉ tiêu phân vùng	Đặc điểm
Rất không ổn định	$I_{dn} > I_{gh}$ K < 1	Tầng phủ chống thấm phía hạ lưu để không có khả năng chống bực đất, cát của tầng thấm nước bị đùn đẩy qua cửa thoát. Ranh giới của vùng rất không ổn định trùng với ranh giới của vùng giới hạn bực đất
Không ổn định	$I_{dn} > I_{gh}$ K > 1	Trong vùng này không có khả năng xảy ra bực đất nhưng có khả năng đùn đẩy, mang vác vật liệu cát từ tầng thấm nước qua các lỗ hổng sẵn có của tầng phủ chắn nước. Ranh giới ngoài của vùng này trùng với ranh giới của vùng giới hạn đùn đất. Ranh giới trong là chân đê hoặc ranh giới của vùng giới hạn bực đất
Ổn định	$I_{dn} < I_{gh}$ K > 1	Trong vùng này không có bực đất và cũng không có đùn đẩy đất. Đây là vùng cách xa chân đê tính từ ranh giới vùng giới hạn đùn đẩy.

3. Mô hình đánh giá thấm nền để đới động Hà Nội

Quá trình biến dạng thấm xảy ra ở nền để là quá trình tương tác giữa nước sông dâng cao trong mùa mưa lũ và môi trường địa chất nằm trong đới tương tác. Quá trình này đóng vai trò quan trọng đối với ổn định của hệ thống. Do vậy, cần phải nghiên cứu đặc điểm cấu trúc, tính chất và diện phân bố của các lớp địa chất nền để có xét đến khả năng thấm nước. Đồng thời phải nghiên cứu đặc điểm và

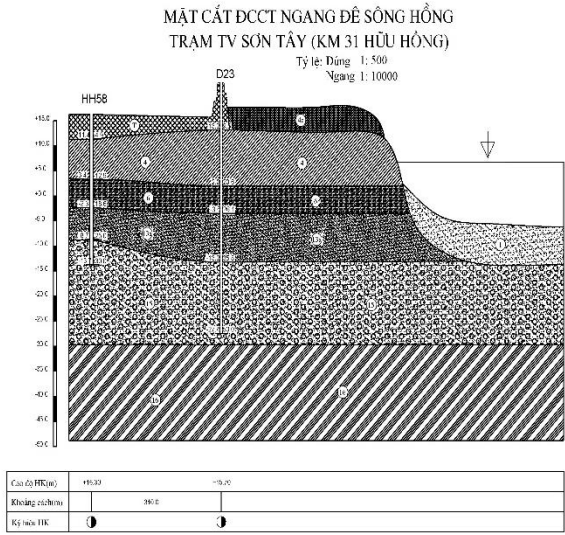
xác định áp lực dòng thấm ở nền để trong mùa mưa lũ. Áp lực này phụ thuộc vào đặc điểm thủy văn, chế độ lũ của sông Hồng khu vực đới động.

3.1 Đặc điểm môi trường địa chất tuyến đê Hà Nội

Môi trường địa chất của đới động sông Hồng chủ yếu được tạo thành từ Trầm tích Hệ Thứ Tư với bề dày tổng thể thay đổi từ 20-30m ở phía tây Bắc trong địa phận Ba Vì và tăng dần khi đi xuống phía

ĐỊA KỸ THUẬT - TRẮC ĐỊA

đông Nam dọc theo dòng chảy tới hơn 100m. Khu vực đởi động sông Hồng bao gồm các phân vị địa tầng và các lớp đất đá có mặt trong khu vực Hà Nội được hệ thống lại phục vụ đánh giá ổn định thắm nền đê như dưới đây:



Hình 3. Mặt cắt địa chất công trình trạm thủy văn Sơn Tây

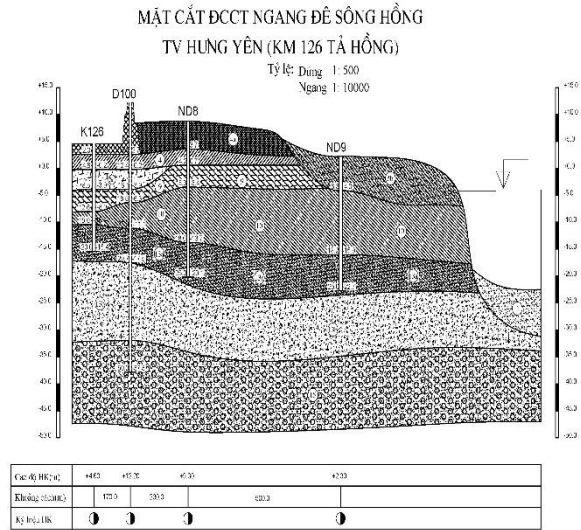
- Các tầng thông nước tạo áp chính cho nền đê bao gồm các thành tạo cát nguồn gốc sông lớp 1, 2b, 3b, 7a, 7b, hợp thành một hệ tầng chứa nước liên thông phát triển từ sông qua nền đê vào phía trong đê, trong đó lớp 1 là cát phân bố ở lòng sông, lớp 2b, 3b phân bố ở ngoài bãi ngay dưới tầng chắn – cách nước thứ nhất phía ngoài đê. Lớp đất rời thắm nước tốt, có vai trò thông nước từ sông qua nền đê tạo áp lực ở hạ lưu đê gồm lớp 7a, 7b, 13a, 13b, các lớp này phân bố từ sông qua nền đê vào phía trong đê hoặc dừng lại ở phạm vi bãi sông.

- Các tầng chống thắm, cách nước và chống bực đất nền đê bao gồm lớp 4, lớp 5, lớp 6, lớp 8, lớp 9, lớp 10, trong đó lớp 4 và lớp 10 có vai trò quan trọng nhất bởi diện phân bố rộng khắp, chiều dày lớn.

3.2 Đặc điểm thủy văn sông Hồng khu vực Hà Nội

Trước khi chảy qua vùng đồng bằng, sông Hồng hợp lưu với một số con sông khác như sông Đà, sông Thao, sông Lô. Do vậy, chế độ thủy văn của

- Cấu tạo địa chất nền tuyến đê sông Hồng Hà Nội được thể hiện tổng quát như trên các hình 3 và 4. Các lớp đất tồn tại dưới nền đê bao gồm các lớp đất sét, sét pha, cát pha, cát thuộc hệ tầng Thái Bình và Vĩnh phúc.



Hình 4. Mặt cắt địa chất công trình trạm thủy văn Hưng Yên

sông Hồng phụ thuộc rất nhiều vào quan hệ hợp lưu với các sông này. Chế độ thủy văn của sông Hồng có 2 mùa rõ rệt, mùa lũ kéo dài từ tháng 5 đến tháng 10, mùa kiệt kéo dài từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau. Mùa kiệt, trước khi có đập thủy điện Hòa Bình thì dao động mực nước và lưu lượng luôn ổn định ở mức cao. Sau khi thủy điện Hòa Bình đi vào hoạt động, thì trong giai đoạn đầu sau khi có hồ Hòa Bình (từ năm 1989 đến năm 2000), mực nước tại các cửa lấy nước vẫn đảm bảo ở mức cao hơn cao trình mực nước thiết kế tại các cửa lấy nước. Vấn đề mực nước hạ thấp về mùa kiệt chỉ bắt đầu xuất hiện từ những năm 2001 đến nay với xu hướng biến đổi ngày càng tiêu cực hơn. Đặc biệt từ năm 2007 đến 2010 chứng kiến mực nước hạ thấp kỷ lục.

Các tính toán của Viện Quy hoạch Thủy lợi, vào thời kỳ đỉnh lũ, hồ Hoà Bình đã tham gia cắt lũ hạ thấp mực nước lũ ở Hà Nội từ 0,65 – 0,7m và làm giảm tần suất xuất hiện các đỉnh lũ lớn ở hạ lưu một cách đáng kể (bảng 2).

Bảng 2. Tần suất xuất hiện các đỉnh lũ tại Hà Nội (%). (Theo số liệu của Viện QHTL)

Mực nước lũ (m)		11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,3
Tần suất	Trước khi có hồ Hoà Bình	36	26	14	8	5	3,5
	Sau khi có hồ Hoà Bình	9	6,5	4,5	2,5	1,5	0,4

Các số liệu tại bảng 2 cho thấy mặc dù có sự điều tiết của hồ Hoà Bình nhưng lũ lớn (trên báo động cấp 3) vẫn xuất hiện ở Hà Nội, đe dọa nghiêm trọng đến ổn định hệ thống đê và sự phát triển bền vững của đới động. Đỉnh lũ lịch sử ở Hà Nội là 14,43m vào năm 1971. Sau khi có hồ Hoà Bình, đỉnh lũ tại Hà Nội cao nhất đã gặp là 12,37m vào năm 1996. Thời gian ngâm lũ, nếu tính từ báo động cấp 2 trở lên (10,5m tại trạm Long Biên - Hà Nội) có thể kéo dài tới 22 ngày (1971), 16 ngày (1970), 11 ngày (1986), 12 ngày (1979, 1996). Khi thời gian ngâm lũ kéo dài tới 12 ngày thì rất nhiều sự cố đê đồng loạt xuất hiện, đe dọa nghiêm trọng đến ổn định hệ thống đê. Ở đây cũng lưu ý rằng, hồ Hoà Bình tham gia cắt lũ, nhưng mặt khác lại kéo dài sườn lũ, làm tăng thời gian ngâm lũ, ảnh hưởng đến ổn định của đới động.

4. Dữ liệu tính toán đánh giá dự báo thấm nền đê đới động sông Hồng thời gian mưa lũ

4.1 Thông số đầu vào tính toán

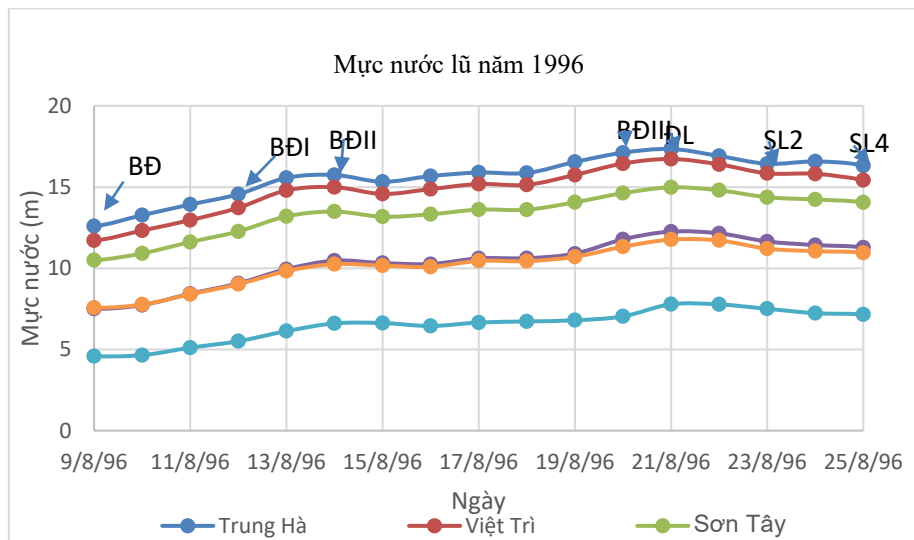
Để có cơ sở dữ liệu dự báo và phân vùng ổn định biến dạng thấm nền đê Hữu Hồng và Tả Hồng thuộc đới động sông Hồng khu vực Hà Nội. Áp lực gia tăng của dòng thấm dưới nền đê trong mùa lũ tại 132 mặt cắt qua đê, đê Tả Hồng (từ Km97 Tả Thao đến Km 114 Kim Động, Hưng Yên) và đê Hữu Hồng (từ Km 0 Cầu Trung Hà đến Km 117 Phú Xuyên hết địa phận Hà Nội) (theo công thức 4), được tính toán làm cơ sở xây dựng bản đồ áp lực ΔH của dòng thấm. Trong đó, số liệu quan trắc thủy văn tại 6 trạm: trạm thủy văn Trung Hà, Việt Trì, Sơn Tây, Hà Nội, Thượng Cát và Hưng Yên được sử dụng để nội suy điều kiện biên và điều kiện ban đầu cho 132 mặt cắt tính toán.

Bảng 3. Thông số địa chất của các lớp tại mặt cắt tính toán

Lớp	C (T/m ²)	γ_d (T/m ³)	φ (độ)	Hệ số thấm (m/ngđ)
Ta	0.220	1.670	2°51'	-
4	0.287	1.875	11°42'	-
5	0.210	1.730	2°30'	-
6	0.125	1.830	12°28'	-
7a	-	-	-	0.30845
7b	-	-	-	4.07808
8	0.265	1.82	10°30'	-
9	0.170	1.64	1°10'	-
10	0.320	1.91	13°41'	-
11	0.160	1.75	2°16'	-
12	0.157	1.86	15°27'	0.2281
13a	-	-	-	6.50592
13b	-	-	-	19.2672
15	-	-	-	279.936

Ở đây là số liệu đo đạc mực nước lũ tháng 8 năm 1996 với các trạm quan trắc Trung Hà, Việt Trì, Sơn Tây, Hà Nội, Thượng Cát và Hưng Yên, thời gian dâng tới đỉnh lũ 12 ngày (hình 5). Đây là đợt lũ có thời gian dâng lũ tương đối dài, đỉnh lũ cao nhất kể từ khi có công trình thủy điện Hoà Bình, Sơn La

trên sông Đà, hồ Tuyên Quang và hồ Thác Bà đến nay. Do đó, kết quả tính toán áp lực gia tăng của dòng thấm dưới nền đê theo số liệu đợt lũ này có thể sử dụng để dự báo biến dạng thấm và phân vùng ổn định nền đê Tả Hồng và Hữu Hồng thuộc khu vực nghiên cứu.



Hình 5. Biểu đồ diễn biến mực nước lũ năm 1996 tại các trạm thủy văn

4.2 Kết quả tính toán áp lực gia tăng của dòng thấm

Kết quả tính áp lực gia tăng của dòng thấm theo công thức (4) được trình bày trong bảng 4 làm ví dụ và sẽ tương tự cho các mặt cắt còn lại.

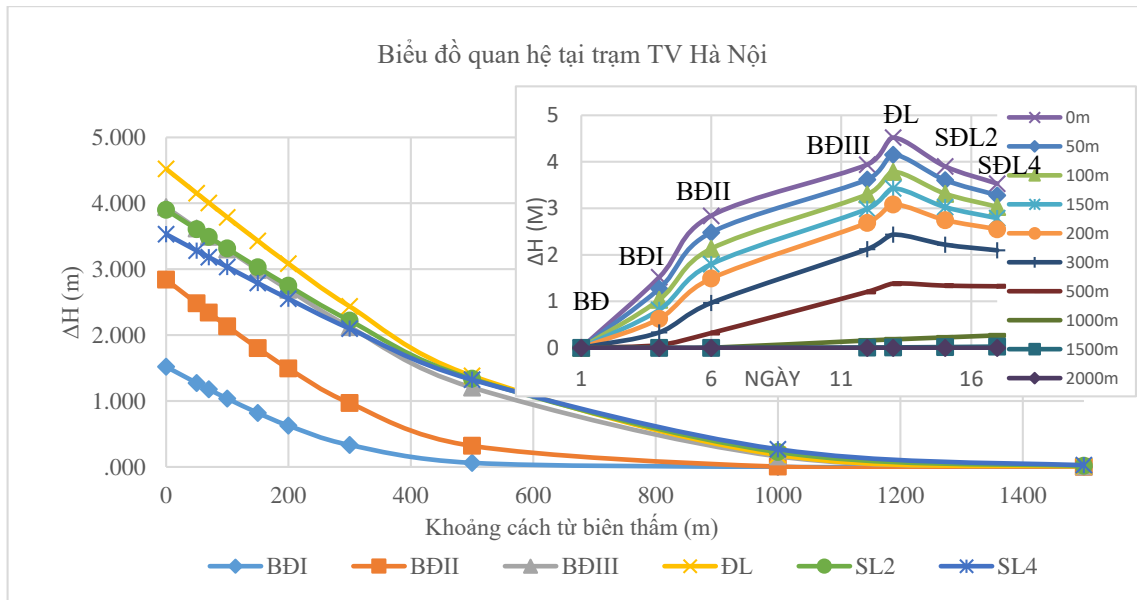
Bảng 4. Kết quả biến đổi áp lực gia tăng dòng thấm ΔH ở trong đê tại các mặt cắt tính toán (m)

Trạm TV	Mức lũ	Khoảng cách từ biên thấm (m)											
		0	50	70	100	150	200	300	500	1000	1500	2000	
Thủy văn Trung Hà	BĐI	1.97	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BĐII	3.16	0.36	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BĐIII	4.53	1.39	0.69	0.19	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ĐL	4.76	1.46	0.73	0.20	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	SL2	3.85	1.33	0.72	0.23	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	SL4	3.73	1.41	0.81	0.29	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Thủy văn Sơn Tây	BĐI	1.75	1.51	1.42	1.28	1.07	0.87	0.54	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00
	BĐII	3.00	2.69	2.56	2.38	2.08	1.79	1.29	0.56	0.03	0.00	0.00	0.00
	BĐIII	4.13	3.85	3.74	3.57	3.30	3.03	2.52	1.63	0.37	0.04	0.00	0.00
	ĐL	4.44	4.14	4.02	3.84	3.55	3.26	2.71	1.75	0.40	0.05	0.00	0.00
	SL2	3.84	3.60	3.50	3.36	3.12	2.89	2.44	1.66	0.44	0.07	0.01	0.01
	SL4	3.57	3.36	3.28	3.15	2.95	2.74	2.35	1.65	0.50	0.10	0.01	0.01
Thủy văn Hà Nội	BĐI	1.52	1.27	1.18	1.04	0.82	0.63	0.33	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
	BĐII	2.84	2.48	2.34	2.13	1.80	1.49	0.97	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00
	BĐIII	3.94	3.62	3.49	3.30	2.99	2.69	2.12	1.20	0.16	0.01	0.00	0.00
	ĐL	4.52	4.15	4.00	3.79	3.43	3.08	2.44	1.38	0.18	0.01	0.00	0.00
	SL2	3.90	3.61	3.49	3.31	3.03	2.75	2.22	1.34	0.23	0.02	0.00	0.00
	SL4	3.53	3.28	3.18	3.03	2.79	2.55	2.10	1.32	0.27	0.03	0.00	0.00
Thủy văn Hưng Yên	BĐI	0.92	0.80	0.75	0.68	0.57	0.46	0.29	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
	BĐII	2.02	1.81	1.73	1.61	1.41	1.22	0.88	0.39	0.02	0.00	0.00	0.00
	BĐIII	2.45	2.29	2.22	2.12	1.96	1.81	1.51	0.99	0.23	0.03	0.00	0.00
	ĐL	3.20	2.99	2.90	2.77	2.57	2.36	1.97	1.29	0.30	0.04	0.00	0.00
	SL2	2.92	2.74	2.67	2.56	2.38	2.21	1.87	1.28	0.35	0.06	0.01	0.01
	SL4	2.57	2.42	2.36	2.27	2.13	1.98	1.71	1.20	0.38	0.08	0.01	0.01

Từ các số liệu tính toán trên, lập đồ thị biểu diễn quan hệ giữa áp lực gia tăng của dòng thấm với khoảng cách từ biên thấm (x) tại các vị trí khác nhau ở phía trong đê và thời gian ứng với các mức lũ (hình 6) cho thấy rất rõ đặc trưng biến đổi áp lực thấm tại các mặt cắt tính toán. Những biến đổi này phụ thuộc vào chiều dài đường thấm vào độ thấm nước của các lớp đất đá, chiều dày tầng chứa nước, quan hệ cung cấp nước sông cho tầng chứa nước cũng như mực nước lũ và thời gian dâng lũ.

Trong 132 mặt cắt tính toán, áp lực gia tăng dòng thấm phía trong đê luôn có giá trị lớn nhất ở vị trí sát chân đê (cách biên thấm 50m) và giảm dần theo chiều dài đường thấm. Tuy nhiên, mức

độ giảm không đều, càng xa biên thấm mức độ giảm càng ít hơn. Áp lực gia tăng của dòng thấm ở những vị trí khác nhau phía trong đê có giá trị lớn nhất thường không phải tại thời điểm đỉnh lũ mà là sau đỉnh lũ một vài ngày, điều này được thể hiện qua biểu đồ (hình 6 và hình 7). Thời gian duy trì áp lực dòng thấm cao (gần giá trị lớn nhất) ở phía trong đê phụ thuộc vào thời gian dâng lũ, đặc biệt là thời gian dâng nước gần đỉnh lũ, nếu thời gian này càng kéo dài thì thời gian duy trì càng lâu và ngược lại. Áp lực gia tăng dòng thấm phía trong đê không chỉ phụ thuộc vào chế độ lũ của sông mà còn phụ thuộc vào cấu trúc nền đê.



Hình 6. Biểu đồ diễn biến quan hệ giữa áp lực thấm ΔH của dòng thấm với khoảng cách từ biên thấm (x)

4.3 Lập bản đồ đẳng chiều dày tầng phủ chống thấm

Trên cơ sở số liệu hố khoan thu thập khu vực đới động sông Hồng, tiến hành lập bản đồ đẳng chiều dày tầng phủ bao gồm lớp 3a, 4a, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11 thể hiện trong hình 8.

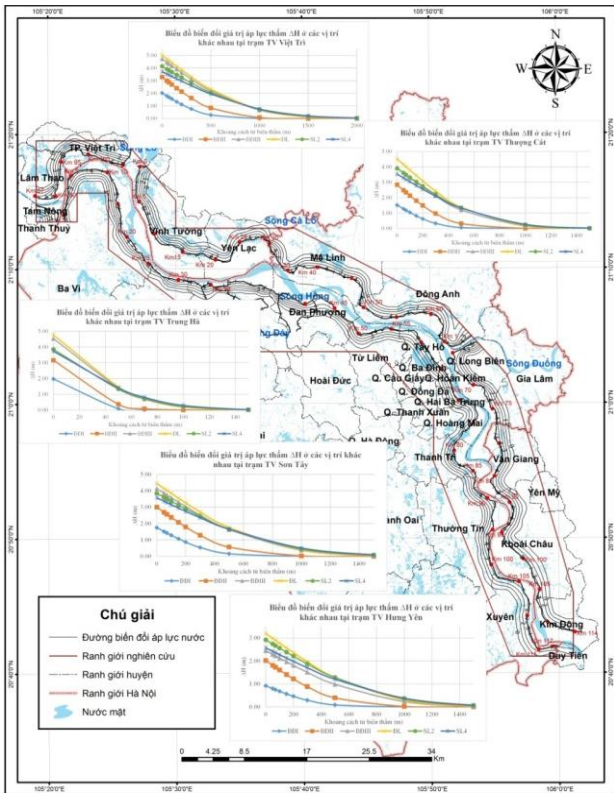
4.4 Kết quả xác định hệ số chống bực đất

Hệ số chống bực đất của tầng phủ chống thấm xác định theo công thức (9) trên cơ sở sử dụng hai bản đồ biến đổi áp lực thấm ΔH của dòng thấm và bản đồ đẳng chiều dày tầng phủ chống thấm khu

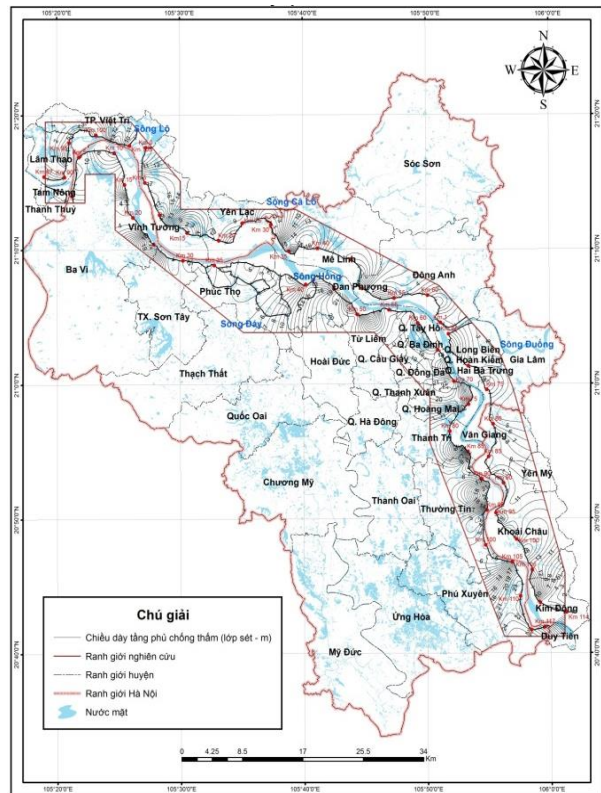
vực nghiên cứu. Kết quả tính toán được trình bày trên hình 9.

4.5 Kết quả xác định gradien đẩy nổi

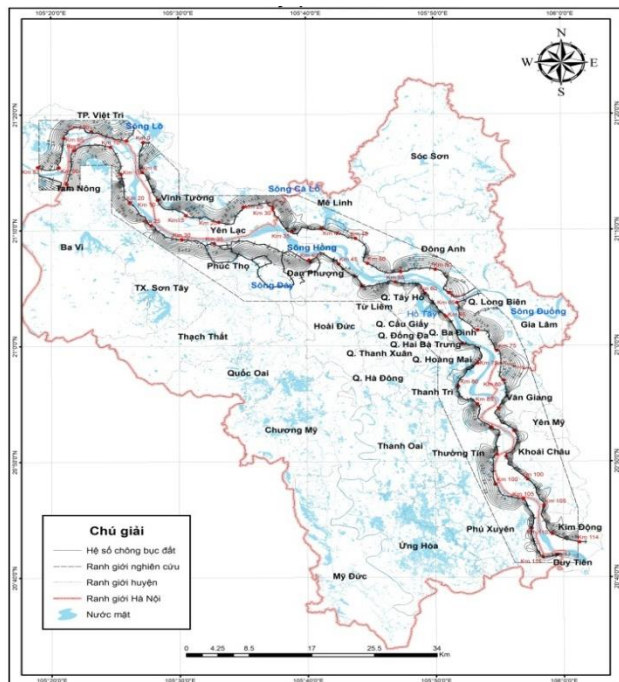
Hệ số gradien đẩy nổi vật liệu tầng thấm nước được tính toán theo công thức (10) trên cơ sở sử dụng hai bản đồ biến đổi áp lực thấm ΔH của dòng thấm, bản đồ đẳng chiều dày tầng phủ chống thấm và phân tích lưới thấm theo (132) mặt cắt tính toán và lấy giá trị trung bình $I_{gh} = 0.4$. Kết quả được trình bày trên hình 10.



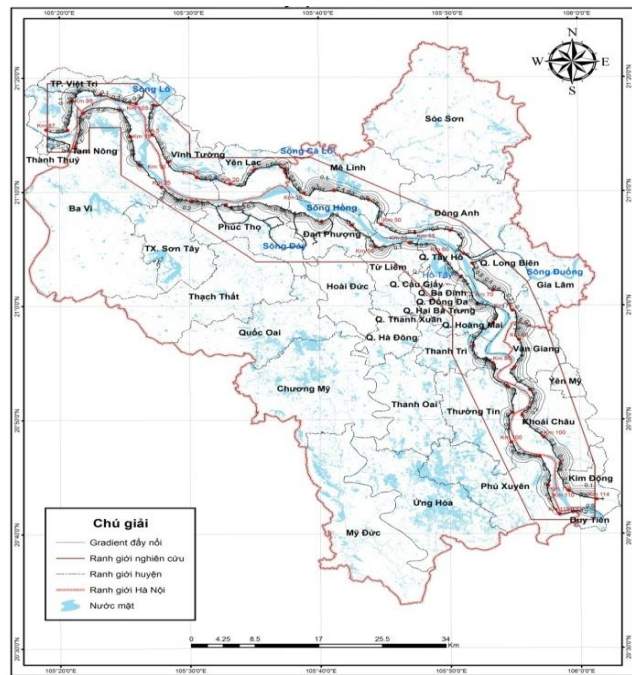
Hình 7. Bản đồ biến đổi áp lực thấm ΔH của dòng thấm theo các mức lũ (tỷ lệ 1:50.000)



Hình 8. Bản đồ đẳng chiều dày tầng phủ chống thấm (tỷ lệ 1:50.000)



Hình 9. Bản đồ biến đổi hệ số chống bực đất (tỷ lệ 1:50.000)



Hình 10. Bản đồ biến đổi hệ số gradient chảy nổi (tỷ lệ 1:50.000)

Từ các kết quả trên và bảng chỉ tiêu phân vùng (bảng 1), bản đồ phân vùng ổn định thấm nền đề dơi động sông Hồng khu vực Hà Nội trong thời gian mưa lũ được lập là kết quả của sự chồng ghép của các bản đồ thành phần kể trên cùng với các số liệu thị sát

hiện trường và chia làm vùng: vùng ổn định, vùng không ổn định và vùng rất không ổn định (hình 11).

5. Kết luận

- Sử dụng các chỉ số áp lực gia tăng dòng thấm ΔH , hệ số chống bực đất K, hệ số gradient chảy nổi

ĐỊA KỸ THUẬT - TRẮC ĐỊA

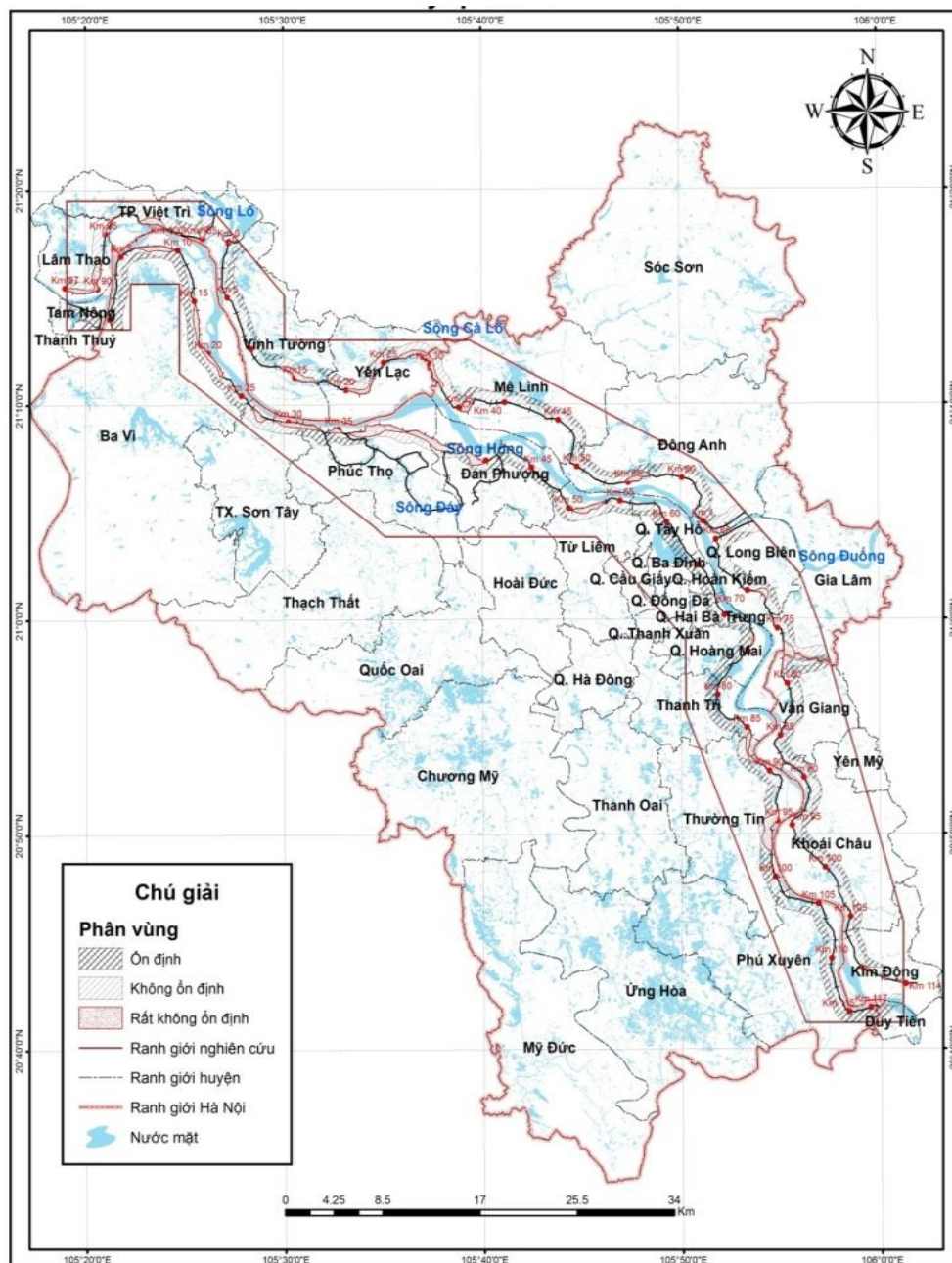
I_{gh} , hệ số gradient giới hạn I_{gh} để đánh giá dự báo và phân vùng ổn định thấm nền đê, đã phân chia nền đê khu vực đới động sông Hồng khu vực Hà Nội thành 3 vùng, trong đó vùng 1 là ổn định, vùng 2 là không ổn định, vùng 3 là rất không ổn định. Kết quả phân vùng trong bản đồ phù hợp với lịch sử phát triển sự cố đê khu vực Hà Nội (hình 11);

- Các số liệu tính toán dự báo và phân vùng ổn định thấm nền đê khu vực đới động sông Hồng được xác định theo số liệu đỉnh lũ năm 1996 là năm có mực nước lũ cao nhất kể từ sau khi xây dựng công trình thủy điện Hòa Bình và các đập thủy điện tiếp theo đến nay. Nếu mực nước sông Hồng dâng

cao hơn và thời gian ngâm lũ kéo dài hơn thì phạm vi có khả năng phát sinh thấm sẽ mở rộng hơn và mức độ sẽ lớn hơn;

- Trên cơ sở tính toán cho phép xác định được ranh giới cần bảo vệ ở mỗi đoạn đê. Tuy nhiên, phạm vi này hoàn toàn phụ thuộc vào chiều dày tầng phủ chống thấm, chiều dày tầng chứa nước và chiều cao cột nước áp lực từ sông;

- Từ kết quả phân vùng ổn định như vậy là cơ sở để thiết kế mạng lưới quan trắc Monitoring nhằm kiểm soát và sử dụng hiệu quả bền vững khu vực nghiên cứu.



Hình 11. Bản đồ phân vùng ổn định thấm nền đê đới động sông Hồng khu vực Hà Nội trong thời gian mưa lũ

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Mạnh Liễu, Đoàn Thế Tường (2005). Hệ thống Địa kỹ thuật đê sông đồng bằng Bắc Bộ và vấn đề ổn định, điều khiển hệ thống Địa - Kỹ thuật đê sông. *Báo cáo Hội nghị Địa chất công trình và Môi trường toàn quốc, Hà Nội, tháng 4.*
2. Trần Mạnh Liễu, Đoàn Thế Tường (2005). Một số cơ sở nghiên cứu đánh giá các quá trình địa cơ và thủy địa cơ phát triển trong hệ thống Địa – Kỹ thuật đê sông đồng bằng Bắc Bộ. *Tạp chí Khoa học công nghệ xây dựng số 4.*
3. Bùi Nguyên Hồng (1999). Khái quát về hiện trạng đê sông đồng bằng Bắc Bộ sông Hồng và chiến lược an toàn đê đến năm 2010. *Tạp chí Thủy lợi số 327.*
4. Trần Văn Tư (2004). Những sự cố liên quan đến biến dạng thấm và sự phá huỷ đê tại khu vực Phúc Thọ và Đan Phượng (Hà Tây). *Tạp chí các Khoa học về Trái Đất tháng 3.*
5. Mironenko.V.A, Sextakov.V.M, (1982). Cơ sở thủy địa cơ học, *NXB Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.*
6. Đoàn Thế Tường, Trần Mạnh Liễu, Nguyễn Công Kiên (2006). "Nghiên cứu đánh giá điều kiện địa kỹ thuật môi trường và kiến nghị phương hướng quy hoạch sử dụng đất hợp lý cho khu vực đê sông ven sông Hồng trong phạm vi Hà Nội". *Sở khoa học và công nghệ Hà Nội.*
7. Đoàn Thế Tường, Trần Mạnh Liễu, Nguyễn Công Kiên (2009), "Luận chứng cơ sở khoa học và thiết lập hệ thống quan trắc địa kỹ thuật môi trường cho khu vực đê động ven sông Hồng trên địa bàn Hà Nội". *Sở khoa học và công nghệ Hà Nội.*

Ngày nhận bài: 02/11/2020.

Ngày nhận bài lần cuối: 10/12/2020.