

# CƠ SỞ KHOA HỌC XÂY DỰNG HỆ THỐNG QUAN TRẮC, GIÁM SÁT CÁC TAI BIẾN ĐỊA KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG ĐỐI ĐỘNG SÔNG HỒNG KHU VỰC HÀ NỘI

## SCIENTIFIC BASIS BUILDING SYSTEM OF MONITORING AND SUPERVISION ENVIRONMENTAL GEOTECHNICAL HAZARDS OF THE RED RIVER DYNAMIC ZONE IN HANOI

ThS. **NGUYỄN CÔNG KIÊN**, TS. **ĐINH QUỐC DÂN**

Viện KHCN Xây dựng

**Tóm tắt:** Bài báo đưa ra cơ sở xây dựng hệ thống quan trắc, giám sát phục vụ phòng chống tai biến Địa kỹ thuật môi trường trên nguyên tắc xây dựng mạng lưới tuyến, điểm quan trắc từ đó đề xuất phương pháp đánh giá và thiết lập hệ thống quan trắc. Căn cứ cơ bản thiết lập bản đồ phân vùng dự báo nguy cơ của từng tai biến khu vực Đối động sông Hồng Hà Nội phục vụ nghiên cứu, khai thác sử dụng hiệu quả nguồn tài nguyên.

**Từ khóa:** Hệ thống quan trắc, Tai biến địa kỹ thuật môi trường.

**Abstract:** The article provides a basis for building a monitoring and monitoring system for the prevention of environmental geotechnical hazards on the principle of building a network of monitoring lines and points from which to propose a method of assessment and establishment of a monitoring system. The fundamentals for establishing the zoning map to forecast the risk of each hazard in the Red River dynamic zone in Ha Noi to serve research, exploitation and efficient use of natural resources.

**Key word:** monitoring system, environmental geotechnical hazards.

### 1. Đặt vấn đề

Quá trình và hiện tượng tai biến địa kỹ thuật được hình thành và phát triển trên cơ sở các yếu tố điều kiện và yếu tố tác động, thông qua quan trắc có thể xác định các yếu tố và tầm quan trọng của các yếu tố này, cung cấp các thông số đầu vào cho các mô hình phục vụ cho dự báo, cảnh báo nguy cơ tai biến từ đó có giải pháp phòng chống tai biến và phục vụ khai thác sử dụng hiệu quả khu vực.

Trên thế giới có nhiều nước như: Nga, Pháp, Mexico, Mỹ, Trung Quốc, Nhật bản, Thái Lan... đã có các quan trắc địa kỹ thuật phục vụ dự báo và đánh giá ảnh hưởng của các tai biến tự nhiên như hoạt động tân kiến tạo (nâng, hạ địa phương), động

đất, sóng thần, lũ bùn đá, đến hoạt động của con người như lún bề mặt đất do khai thác nước dưới đất, khai thác khoáng sản trong lòng đất, nghiên cứu ảnh hưởng bất lợi đến môi trường địa chất và công trình xây dựng xung quanh các hố đào sâu, các công trình san nền đắp cao trên diện rộng. Đặc biệt quan trắc địa kỹ thuật môi trường không thể thiếu khi khai thác không gian ngầm các đô thị như Paris, Maxcova, Saint-Petersburg có các hệ thống quan trắc địa kỹ thuật theo dõi các tai biến địa kỹ thuật khi khai thác sử dụng hệ thống các tuyến giao thông ngầm (metro, ô tô...) trong đô thị.

Tại Việt Nam, các nghiên cứu và áp dụng thực tế quan trắc địa kỹ thuật môi trường phần nhiều tập trung trong phạm vi công trình, dự án với một loại hình công trình, dự án xây dựng cụ thể, trong phạm vi rộng hơn liên quan đến vùng, khu vực thì vấn đề này vẫn chưa được đầy đủ và chưa làm rõ được tầm quan trọng, vai trò của các tác động, cả tự nhiên và hoạt động từ con người. Các đánh giá thực tiễn quan trắc địa kỹ thuật môi trường trong phạm vi rộng thường được thực hiện trong các công trình thủy điện phục vụ mục đích thi công và khai thác an toàn đập và hồ chứa. Một số dự án lớn như các công trình san nền quy mô lớn, các đoạn đường đắp cao và các hố móng đào sâu cho các công trình dân dụng và công nghiệp. Đối với quan trắc địa kỹ thuật môi trường có quy mô nhất hiện nay có thể kể đến là hệ thống quan trắc nghiên cứu lún bề mặt đất Hà Nội do bơm hút khai thác nước dưới đất. Tuy nhiên, các quan trắc nêu trên mới giải quyết được một số yếu tố tác động và hậu quả kéo theo. Đối với quan trắc hệ địa kỹ thuật cho đối động sông Hồng ảnh hưởng vùng Hà Nội thì cần mở rộng hơn về không gian địa chất và thời gian tác động. Tiến xa hơn việc thu thập và đánh giá một số tập hơn số liệu mà cần tổng quát trên cơ sở lý luận và thực tiễn để có đánh giá, cảnh báo và giải pháp sử dụng quy hoạch vùng tốt hơn phục vụ khai thác hợp

lý, bền vững tài nguyên lãnh thổ [6].

Theo các số liệu nghiên cứu cho thấy khu vực đới động sông Hồng Hà Nội có vị trí quan trọng trong quy hoạch xây dựng vùng Thủ đô và là nơi tồn tại, tiềm ẩn xảy ra các tai biến địa kỹ thuật môi trường cần có giải pháp xử lý như biến dạng thẳm nền đê, lún không đều nền đê, xói lở bờ và hiện tượng ngập lụt vào mùa lũ. Các tai biến này đã xảy ra để lại thiệt hại đáng kể về người và của, đe dọa ổn định tuyến đê và an toàn vùng lõi đô thị. Do vậy, xây dựng cơ sở khoa học xây dựng hệ thống quan trắc, giám sát các quá trình và tai biến địa kỹ thuật môi trường đới động sông Hồng khu vực Hà Nội là rất cần thiết, hướng đến cơ sở vững chắc về nguyên tắc, phương pháp đánh giá phục vụ quy hoạch và khai thác hợp lý lãnh thổ theo hướng bền vững, giảm thiểu thiệt hại do các tai biến gây ra.

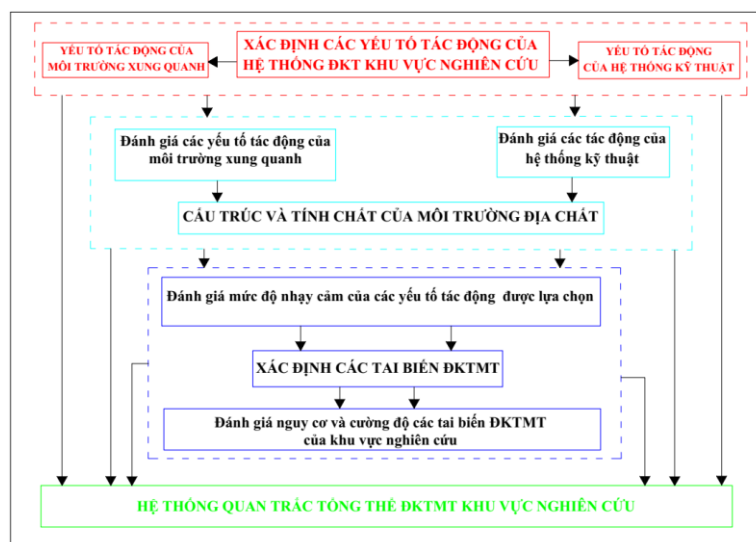
### 2. Yêu cầu của hệ thống quan trắc địa kỹ thuật môi trường

Mục tiêu thiết lập hệ thống quan trắc địa kỹ thuật môi trường (ĐKTMT) nhằm thu thập một cách toàn diện, hệ thống, đồng bộ các thông số đặc trưng cho điều kiện ĐKTMT và đảm bảo thông tin cho quá trình điều khiển hệ thống địa kỹ thuật, tối ưu hóa hoạt động của chúng ở tất cả các góc độ kỹ thuật, môi trường, văn hóa – lịch sử và thẩm mỹ. Đây là nhiệm vụ quan trọng trong chuỗi phân tích đánh giá tác động tai biến địa kỹ thuật khu vực.

### 2.1 Quy trình xây dựng hệ thống quan trắc ĐKTMT khu vực nghiên cứu

Hợp phần quan trọng trong việc đánh giá, dự báo và điều khiển hệ thống khu vực nghiên cứu đó là việc xây dựng hệ thống quan trắc địa kỹ thuật, nó được tiến hành theo các nguyên tắc cơ bản trên cơ sở lý thuyết hệ thống.

Các yếu tố tác động của hệ thống địa kỹ thuật khu vực nghiên cứu cần được phân định và xác định, bao gồm: Thứ 1 là các yếu tố tác động của môi trường xung quanh đến hệ thống địa kỹ thuật (ĐKT) (thủy quyền, sinh quyền, khí quyền và phần sâu của thạch quyền); Thứ 2 là các yếu tố tác động của phụ Hệ thống kỹ thuật (các công trình do nhân sinh). Tiếp đến đánh giá tác động tương hỗ của hai nhóm yếu tố tác động này đến cấu trúc, tính chất của môi trường địa chất của hệ thống ĐKT khu vực nghiên cứu, từ đó xác định các tai biến địa kỹ thuật môi trường có thể phát sinh, phát triển làm ảnh hưởng đến hệ thống ĐKT khu vực. Khi đã xác định được các tai biến ĐKTMT thì ta tiến hành đánh giá nguy cơ, độ lớn của từng tác động trong các tai biến này từ đó hình thành các bản đồ phân vùng theo tai biến với các mức độ khác nhau. Quy trình đánh giá xây dựng hệ thống quan trắc tổng thể ĐKTMT khu vực nghiên cứu được thể hiện trong Hình 1.



Hình 1. Quy trình xây dựng hệ thống quan trắc ĐKTMT

### 2.2 Yêu cầu chung

Tai biến ĐKTMT thường xuyên tiềm ẩn khả năng xảy ra về mặt không gian và thời gian khi hội tụ các yếu tố điều kiện và yếu tố tác động làm phát sinh phát triển các quá trình tai biến. Mặc dù chúng

ta từ xa xưa đến nay đã rất cố gắng nghiên cứu và tác động cả tích cực lẫn tiêu cực vào hệ ĐKTMT bằng các biện pháp công trình nhưng không phải lúc nào cũng hiệu quả. Do đó, cần thiết thu thập thêm nhiều số liệu về nhiều mặt của hệ thống địa kỹ

thuật khu vực nghiên cứu nhằm đánh giá quy luật chi phối trạng thái của Hệ và kiểm soát chúng theo các hướng có lợi cho con người. Các số liệu thu được cần đồng bộ, toàn diện, có hệ thống và cơ sở tin cậy để có thể xác định quy luật.

### 2.3 Yêu cầu đối với các quan trắc

Hệ thống quan trắc bao gồm các phép đo biểu đạt được những thông số quan trọng của điều kiện ĐKTMT của khu vực và đảm bảo độ phủ trên ba phụ hệ ĐKTMT của đới động: phụ hệ thống kỹ thuật (quyển kỹ thuật), phụ hệ thống môi trường địa chất (thạch quyển) và phụ hệ thống môi trường xung quanh (thủy quyển).

Hệ thống quan trắc phải được xây dựng cho phép theo dõi và phát hiện được những đặc điểm riêng biệt theo không gian của toàn hệ.

Hệ thống quan trắc phải thực hiện được các phép đo theo thời gian định sẵn, thu được các số liệu tin cậy, cùng độ chuẩn xác trong thời gian dài và cùng thời điểm có thể đo được nhiều thông số (tính đồng bộ) ở những điểm đo khác nhau trên không gian đới động.

Những thông số quan trắc đo được phải đủ, tương thích và phù hợp cho phép lập các mô hình tính toán và với các phần mềm phục vụ tính toán dự báo.

Hệ thống quan trắc được thiết lập phải kế thừa, phải kết hợp sử dụng khai thác được các phép đo riêng lẻ hiện có và bổ sung hợp lý để trở thành một hệ thống thống nhất, hoạt động hiệu quả.

Các thiết bị đo trong hệ thống quan trắc phải cập nhật hiện đại, tự động hóa ở mức cao nhất có thể nhằm tăng độ chính xác và tiết kiệm thời gian. Các thiết bị quan trắc được lắp đặt hoặc được thực hiện các phép đo tại các trạm đo. Tập hợp các phần mềm điều khiển thiết bị đo, lưu giữ, phân tích, tài liệu hóa các số đo, xử lý số liệu đo theo các hướng định sẵn và được cài đặt trên hệ thống máy tính tại trạm đo trung tâm.

### 2.4 Yêu cầu về quản lý vận hành

Hệ thống quan trắc ĐKTMT là một tập hợp các phép đo với các thiết bị phù hợp được lắp đặt hoặc vận hành tại các địa điểm đại diện cho các điều kiện ĐKTMT của toàn khu vực nghiên cứu, nhưng phải được vận hành thống nhất, tương thích, tập trung nhằm thu được các thông số đặc trưng nhất phục

vụ đánh giá và dự báo điều kiện ĐKTMT của khu vực nghiên cứu. Tính thống nhất điều hành được đảm bảo bởi tính tương thích, tính liên kết cao với sử dụng các thành tựu mới nhất của công nghệ thông tin, cụ thể là thu thập tự động các số liệu từ các trạm khác trong thành phần hệ thống được truyền tin qua mạng 2G, 3G (GSM, GPRS) đến trạm trung tâm; Giám sát đồng thời nhiều trạm đo từ hệ thống trung tâm; Được trang bị các phần mềm xử lý số liệu mạnh và phù hợp như phần mềm xử lý ảnh hàng không, ảnh vệ tinh, phần mềm quản lý dữ liệu thông tin địa lý GIS, phần mềm hiển thị bản đồ Google với độ phân giải cao; Được trang bị các phần mềm xử lý số liệu đo từ các thiết bị đo riêng biệt, chiết xuất báo cáo, tra cứu tìm kiếm thông tin và xuất các kết quả ở dạng tương thích với các mô hình tính toán dự báo các vấn đề khác nhau liên quan đến khảo sát, cảnh báo các tai biến có nguy cơ xảy ra. Các thiết bị, dụng cụ đo tại các trạm quan trắc phải dễ dàng lắp đặt, bổ sung và thay thế tương thích với hệ điều khiển của toàn hệ, được chuyển đổi để có thể chuyển các tín hiệu đo thành tín hiệu truyền tin.

## 3. Mục tiêu cơ bản thiết lập hệ thống quan trắc ĐKTMT khu vực nghiên cứu

### 3.1 Nguyên tắc xây dựng tuyến quan trắc

Hệ thống các tuyến, các điểm quan trắc ĐKTMT nghiên cứu được xây dựng dựa trên bản đồ phân vùng các yếu tố điều kiện, yếu tố tác động và phân vùng nguy cơ tai biến ĐKTMT. Hệ thống quan trắc gồm các tuyến quan trắc được thiết kế theo hướng biến đổi chính của các yếu tố điều kiện, yếu tố tác động và tập trung ở các khu vực có nguy cơ cao. Đảm bảo tiêu chí số điểm, khoảng cách và tần suất đo.

### 3.2 Tính toán số điểm và khoảng cách các điểm quan trắc [7]

Cơ sở xác định số lượng điểm quan trắc có thể tiếp cận tới sự biến đổi thông số quan trắc được mô tả bằng các phương pháp giải tích tức là có thể biểu diễn ở các dạng phương trình đa thức hoặc đã được nghiên cứu rất kỹ bằng lý thuyết và điều này đã được Bondarix. G.K đưa ra trong Bảng 1:

**Bảng 1. Bậc của đa thức K và số lượng hệ số**

Hàm đa thức bậc (K)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Số lượng hệ số	3	6	10	15	21	28	36	45	55

(a) Nếu sự biến đổi của các thông số quan trắc là ổn định theo tuyến quan trắc, thì số lượng các điểm quan trắc trên tuyến đó được tính toán trên cơ sở giả thuyết rằng, hàm của thông số quan trắc  $E$  (theo các kết quả nghiên cứu) có thể sai khác với kỳ vọng toán học của chúng một đại lượng không lớn hơn một giá trị cho trước  $E_0$  tức là  $E < E_0$ .

$$E = M[R(\xi)] - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i$$

trong đó:

$M[R(\xi)]$  - kỳ vọng toán học của hàm nghiên cứu theo hướng biến đổi  $\xi$  (hướng tuyến quan trắc);

$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i$  - giá trị trung bình của  $n$  giá trị quan trắc  $R_i$ .

Để tính khoảng cách giữa các điểm quan trắc  $\Delta\xi$ , sử dụng công thức sau:

$$\Delta\xi = \frac{E_0}{\max |\dot{R}(\xi_0)|}$$

trong đó:  $\max |\dot{R}(\xi_0)|$  giá trị gradient lớn nhất của

thông số quan trắc theo hướng  $\xi$ .

$$\dot{R}(\xi_0) = \frac{R_{i+1} - R_i}{\xi_{i+1} - \xi_i}$$

Giá trị  $E_0$  không thể nhỏ hơn độ chính xác tuyệt đối của thiết bị và phương pháp đo  $E_M$ ;  $E_0 > E_M$ . Tuy nhiên  $E_0$  không thể lớn hơn một giá trị giới hạn  $\Delta E_{gh}$ .

$$\Delta E_{gh} = R_n - \bar{R} = S \cdot t_\alpha$$

trong đó:

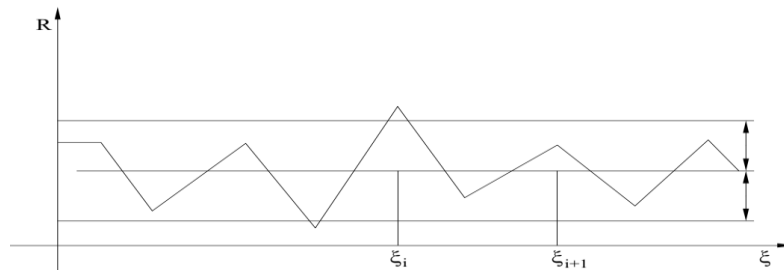
$R_n$  - giá trị giới hạn dãy các giá trị đã nghiên cứu của thông số quan trắc;

$\bar{R}$  - giá trị trung bình của các giá trị đã lựa chọn để tính toán;

$S$  - độ lệch bình phương trung bình đã lựa chọn;

$t_\alpha$  - giá trị tra bảng, phụ thuộc vào độ tin cậy lựa chọn và khối lượng mẫu (số lượng các giá trị đã lựa chọn để tính toán).

$$E_M < E_0 < \Delta E_{gh}$$



Hình 2. Tính khoảng cách giữa các điểm quan trắc số liệu ổn định

(b) Nếu sự biến động các thông số quan trắc không ổn định theo tuyến quan trắc  $\xi$  thì việc tính toán số lượng điểm quan trắc dựa trên cách tính sau:

$$R_i - R_{i-1} \leq \sigma_{gh}$$

$$\sigma_{gh} = (2 \div 3) \sigma_R$$

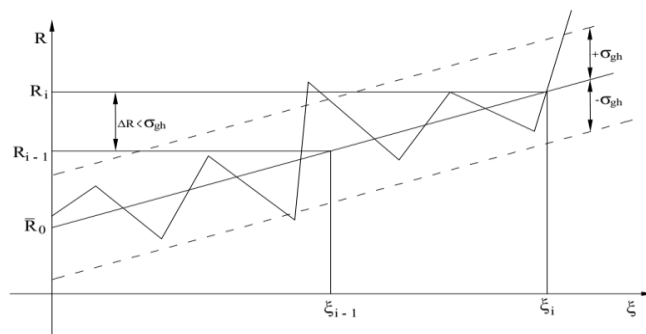
trong đó:

$R_i$  và  $R_{i-1}$  - giá trị trung bình của thông số quan trắc tương ứng với ranh giới của vùng tựa đồng nhất;

$\sigma_R$  - độ lệch bình phương trung bình của các giá trị đo được của thông số quan trắc;

$\sigma_{gh}$  - sai số cho phép.

Thực chất của cách tính này là thông số quan trắc theo hướng  $\xi$  được chia thành các vùng tựa đồng nhất có chiều rộng là  $\Delta L_\xi$ . Trong phạm vi vùng đó chế độ biến đổi của các thông số có thể được coi là ổn định.



Hình 3. Xác định khoảng cách giữa các điểm quan trắc số liệu không ổn định

Xác định  $\Delta L_\xi$  như sau:

$$grad\bar{R} = \frac{\Delta R}{\Delta L_\xi} = \frac{\bar{R}_i - \bar{R}_{i-1}}{\Delta L_\xi}$$

$$\Delta L_\xi = \frac{\bar{R}_i - \bar{R}_{i-1}}{grad\bar{R}}$$

Thay  $\bar{R}_i - \bar{R}_{i-1}$  bằng  $\sigma_{gh}$  và biến số  $grad\bar{R} = \frac{\bar{R}_n - \bar{R}_0}{L_\xi}$  (Trường hợp quy luật biến đổi tuyến tính), như vậy ta có công thức sau:

$$\Delta L_\xi = \frac{L_\xi * \sigma_{gh}}{\bar{R}_n - \bar{R}_0}$$

Hoặc:

$$\Delta L_\xi = \frac{L_\xi * (2 \div 3) \sigma_R}{\bar{R}_n - \bar{R}_0}$$

### 3.3 Tính toán chu kỳ quan trắc

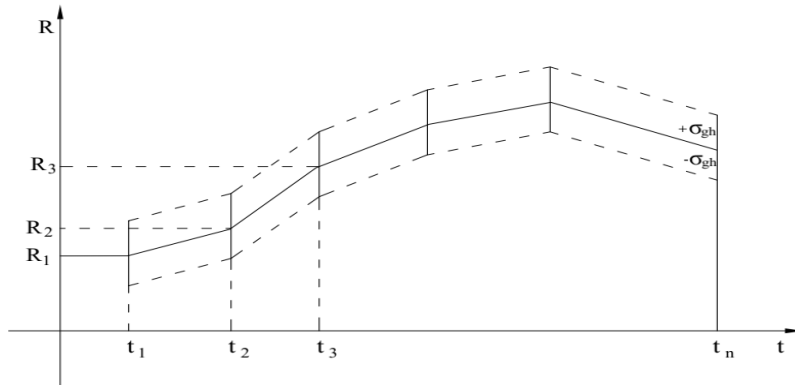
Tần số (hay chu kỳ) quan trắc được xác định bằng cơ chế biến động của quá trình tai biến và cơ chế tác động của các yếu tố nguyên nhân. Tần số quan trắc này được xác định như xác định khoảng cách giữa các điểm quan trắc theo một tuyến.

(a) Nếu cơ chế của tai biến và các tác động là ổn định thì độ chính xác  $E_0$  của chuỗi kết quả quan trắc phải thỏa mãn  $E_0 < E$ .

$$E = M[R(t)] - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i$$

trong đó:

$M[R(t)]$  - kỳ vọng toán học của chuỗi kết quả quan trắc;



**Hình 4.** Xác định tần số quan trắc trong điều kiện cơ chế của tai biến không ổn định

Khi đó:

$$\Delta t_i = \frac{(t_{i+1} - t_i) * \sigma_{gh}}{R_{i+1} - R_i}$$

trong đó:  $R_{i+1}$ ,  $R_i$  - giá trị giới hạn, tương ứng với ranh giới của vùng có cơ chế biến đổi tuyến tính.

### 4. Áp dụng xây dựng hệ thống quan trắc ĐKTMT đới động sông Hồng khu vực Hà Nội

Hệ thống quan trắc đới động sông Hồng khu vực Hà Nội là tổ hợp của các hệ thống quan trắc

$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i$  - giá trị trung bình của thông số  $R_i$  theo  $n$  giá trị đo.

(b) Để tính khoảng thời gian giữa các lần quan trắc  $\Delta t$ , sử dụng công thức sau:

$$\Delta t = \frac{E_0}{Max|\dot{R}(t)|}$$

trong đó:  $Max|\dot{R}(t)|$  giá trị lớn nhất của tỷ số:

$$\frac{R_{i+1} - R_i}{t_{i+1} - t_i}$$

Giá trị  $E_0$  không thể nhỏ hơn độ chính xác tuyệt đối của thiết bị và phương pháp đo  $E_M$ ;  $E_0 > E_M$ . Tuy nhiên  $E_0$  không thể lớn hơn một giá trị giới hạn  $\Delta R_{gh}$ .

$$E_M < E_0 < \Delta R_{gh} = S. t_\alpha$$

$$S. t_\alpha = R_n - \bar{R}$$

trong đó:

$R_n$  - giá trị giới hạn của chuỗi quan trắc;

$\bar{R}$  - giá trị trung bình;

$S$  - độ lệch bình phương trung bình;

$t_\alpha$  - giá trị tra bảng.

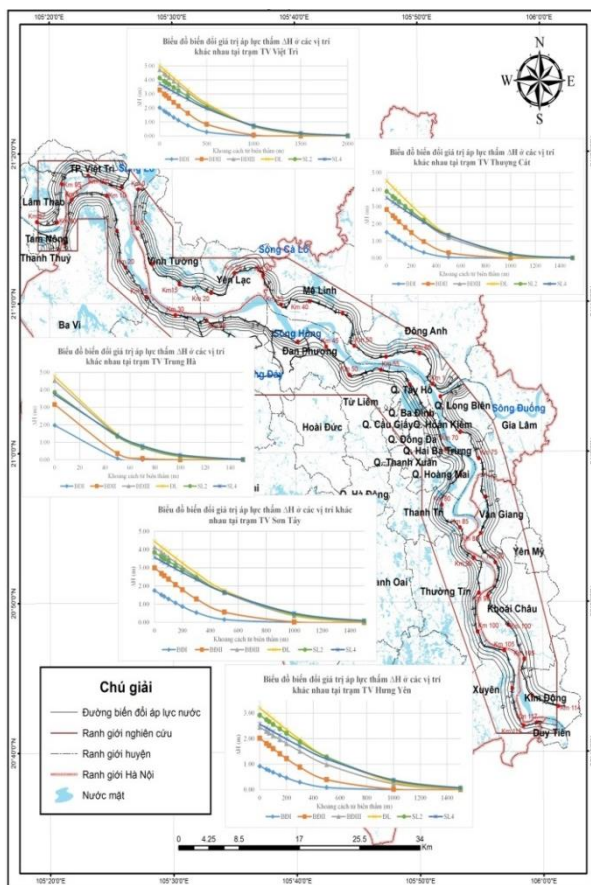
(c) Nếu cơ chế tai biến là không ổn định. Các tác động luôn thể hiện được bằng đồ thị biến động của yếu tố cần quan trắc theo thời gian với các vùng có quy luật biến đổi tuyến tính (hình 4).

tại các vùng phát triển các tai biến độc lập chính tác động trực tiếp đến hoạt động của đới động sông Hồng gồm biến dạng thềm nền đê trong thời gian mưa lũ; độ lún không đều nền đê do tải trọng bản thân; xói lở bờ sông; và tai biến ngập lụt khu vực đới động.

#### 4.1 Hệ thống quan trắc biến dạng thềm nền đê trong thời gian mưa lũ

Quan trắc sự biến đổi của các yếu tố điều kiện,

yếu tố tác động theo không gian và thời gian nhằm kiểm soát quá trình biến dạng thấm nền đê trong thời gian mưa lũ.

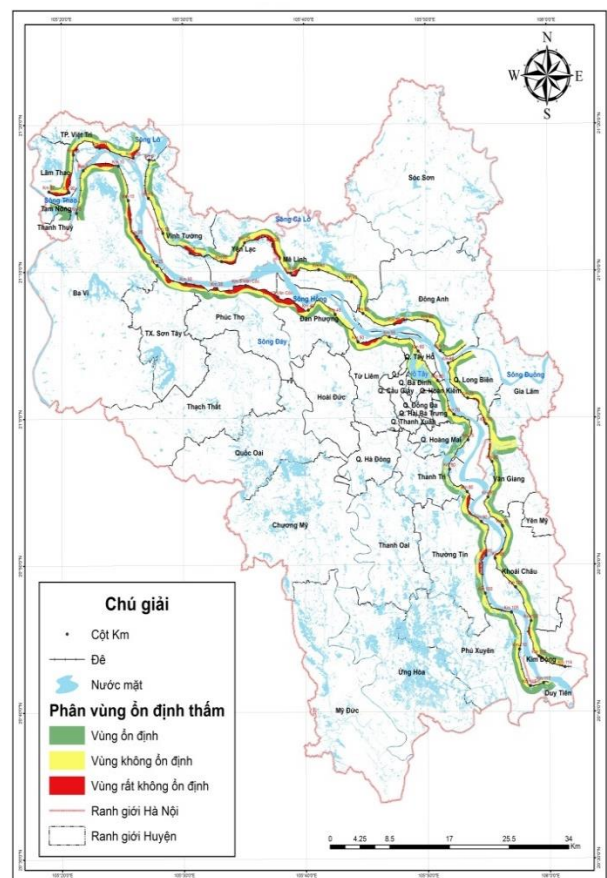


**Hình 5. Bản đồ biến đổi áp lực thấm  $\Delta H$  theo các mức lũ (Tỷ lệ 1:50.000)**

Hệ thống quan trắc được thiết lập trên nguyên tắc đánh giá đầy đủ các đặc trưng gồm: Phụ hệ thống Môi trường địa chất, phụ hệ thống kỹ thuật, phụ hệ thống môi trường xung quanh và đặc trưng tại biến biến dạng thấm nền đê trong thời gian mưa lũ; Với số điểm quan trắc trên mỗi tuyến là 6 điểm (Bảng 1) được bố trí theo hướng vuông góc với vùng nguy cơ thấm cao, không ổn định thấm theo hướng giảm dần của áp lực thấm  $\Delta H$ . Khoảng cách các điểm quan trắc bố trí tại các vị trí có khả năng xuất hiện mạch dùn xủi, xa dần thân và cơ đê, cụ thể điểm 1 cách chân đê 50m; điểm 2 cách điểm 1 là 50m; điểm 3 cách điểm 2 là 100m; điểm 4 cách điểm 3 là 200m; điểm 5 cách điểm 4 là 300m; và điểm 6 cách điểm 5 là 300m.

Thông số quan trắc bao gồm các thông số gây nên quá trình biến dạng thấm nền đê trong thời gian mưa lũ, các thông số này là số liệu đầu vào cho mô hình tích hợp các yếu tố điều kiện địa kỹ thuật môi

Hệ thống quan trắc được thiết kế trên cơ sở bản đồ biến đổi áp lực thấm  $\Delta H$  và bản đồ phân vùng ổn định thấm nền đê được thể hiện trên Hình 5, 6 [8].



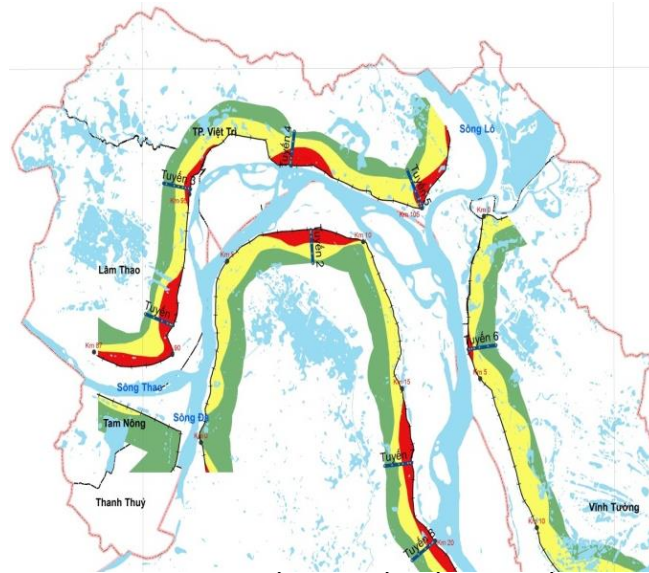
**Hình 6. Bản đồ phân vùng ổn định thấm nền đê**

trường bao gồm: (1) Biến động chiều dày tầng phủ chống thấm trong đê (phía đồng) với phương pháp: thị sát hiện trường và giải đoán ảnh hàng không, ảnh vệ tinh và chu kỳ quan trắc (1 lần/năm); (2) Mật độ các công trình xây dựng, giao thông, Thủy lợi như: nhà cửa, cống, cửa xả, bến cảng, cầu, đường, trạm bơm hút nước với phương pháp: thị sát hiện trường (đo đếm, thống kê các công trình) và giải đoán ảnh hàng không, ảnh vệ tinh và chu kỳ quan trắc (1 lần/năm); (3) Dao động mực nước sông với các thiết bị chuyên dụng (Máy đo Valdai, máy SGEAS, máy ULM20) và chu kỳ quan trắc (2 lần/ngày (7h và 19h), trong mùa lũ 4-8-12-24 lần/ngày hoặc mau hơn tùy theo yêu cầu lấy số liệu đặc biệt); (4) Áp lực nước trong khu vực ảnh hưởng biến dạng thấm với phương pháp Pizometer trong hệ thống hố khoan quan trắc và chu kỳ quan trắc (2 lần/năm, 1 lần vào mùa kiệt và mùa lũ đo hàng ngày); (5) Các biểu hiện biến dạng thấm trong thời gian mưa lũ (thấm lậu, dùn



đầy...) và hàm lượng vật liệu trong nước xuất lộ với phương pháp lấy mẫu nước phân tích và chu kỳ quan trắc (Lấy mẫu trong mùa lũ khi xuất hiện biến dạng thẳm 2 lần/1 tuần).

Từ mục tiêu, nguyên tắc và thực tế hệ thống quan trắc tại biến biến dạng thẳm nền đề được thiết lập thành 30 tuyến thể hiện trên bản đồ phần vùng Hình 7.



Hình 7. Vị trí tuyến quan trắc biến dạng thẳm

### 4.2 Hệ thống quan trắc lún nền đề khu vực đới động

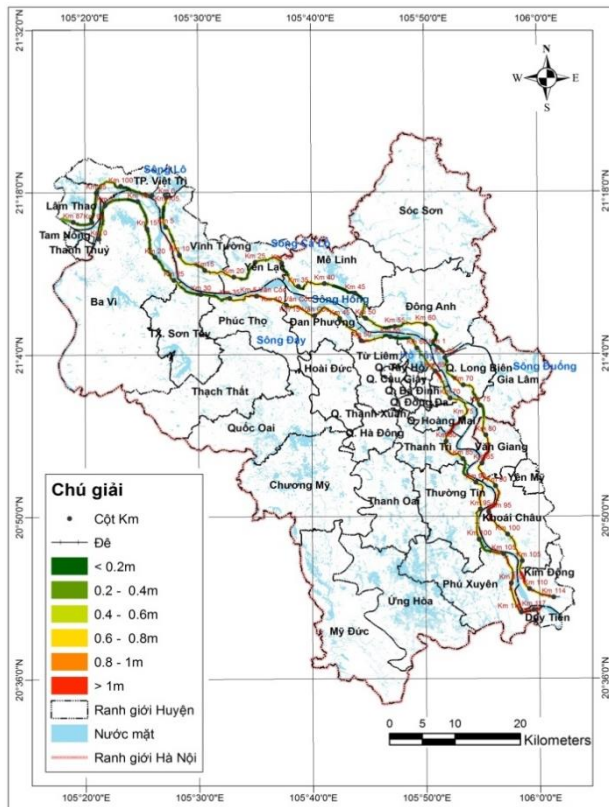
Quan trắc sự biến đổi của các yếu tố điều kiện, yếu tố tác động theo không gian và thời gian nhằm kiểm soát quá trình lún nền đề.

Hệ thống quan trắc được thiết kế trên cơ sở bản đồ biến đổi độ lún tối đa nền đề dưới tải trọng bản thân và tải trọng động do tác động của hoạt động giao thông, mặt cắt địa chất lớp cát (7a, 7b, 13a có độ sâu đến 13 m) và lớp đất yếu (lớp Ta, lớp 5, lớp 9 và lớp 11) được thể hiện trên Hình 8, 9. Đây là các lớp đất chịu biến dạng lớn dưới tác động của tải trọng. Hệ thống quan trắc được thiết lập trên nguyên tắc đánh giá đầy đủ các đặc trưng cho phụ hệ thống môi trường địa chất; phụ hệ thống kỹ thuật; phụ hệ thống môi trường xung quanh và đặc trưng tại biến lún nền đề (bao gồm: lún nứt thân đề, sạt trượt mái đề...).

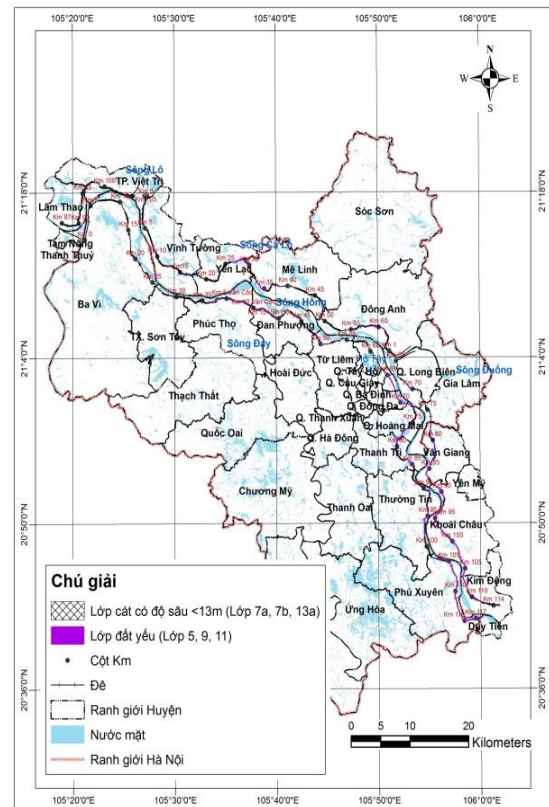
Số điểm quan trắc trên mỗi tuyến là 6 điểm (Bảng 1) với số điểm quan trắc trên mỗi tuyến tùy thuộc vào chiều dài từng vùng và khoảng cách giữa các điểm từ 100m đến 500m. Vị trí tuyến quan trắc

được bố trí dọc theo tuyến đề tại các vùng đồng thời xuất hiện lớp cát đến độ sâu 13m (lớp 7a, 7b, 13a nhạy cảm với tải trọng động) dưới tác động của giao thông và lớp đất yếu (lớp 5, lớp 9 và lớp 11 nhạy cảm với tải trọng tĩnh) và vùng có giới hạn độ lún có giá trị  $S > 1\text{m}$ .

Thông số quan trắc bao gồm các thông số gây nên quá trình biến dạng lún không đều nền đề, các thông số này là số liệu đầu vào cho mô hình tích hợp các yếu tố điều kiện địa kỹ thuật môi trường, gồm: (1) Dao động mực nước ngầm trong khu vực ảnh hưởng với phương pháp đo Pizometer và chu kỳ quan trắc (2 lần/năm, 1 lần vào mùa kiệt, 1 lần vào mùa mưa); (2) Cường độ xe chạy đơn vị/giờ với phương pháp khảo sát đo đặc mật độ xe lưu thông và chu kỳ quan trắc (1 lần/năm nếu khu vực nào có hiện tượng lún thì cần quan trắc nhiều hơn tùy theo tốc độ lún); (3) Các thông số kỹ thuật về sự thay đổi cấu trúc và hình thái đề với phương pháp trắc địa hiện trường, khảo sát hiện trường và chu kỳ quan trắc (1 lần/1-2 tuần hoặc mau hơn tùy theo tốc độ lún của điểm đo).

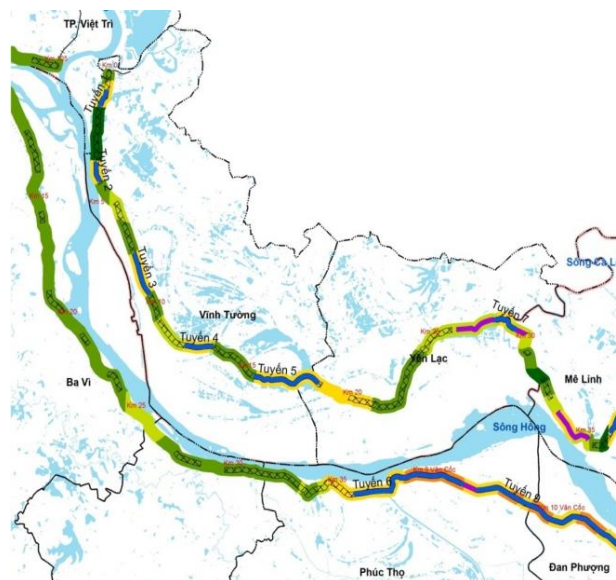


Hình 8. Bản đồ phân vùng lún tối đa nền đê do tải trọng bản thân



Hình 9. Bản đồ vị trí lớp cát và lớp đất yếu

Hệ thống quan trắc lún nền đê được thiết lập thành 33 tuyến thể hiện trên bản đồ Hình 11.



Hình 11. Vị trí tuyến quan trắc lún nền Đê

## 4.3 Hệ thống quan trắc xói lở bờ sông Hồng khu vực đới động

Quan trắc sự biến đổi của các yếu tố điều kiện, yếu tố tác động theo không gian và thời gian nhằm kiểm soát quá trình xói lở bờ sông.

Hệ thống quan trắc được thiết kế trên cơ sở bản đồ phân vùng nguy cơ xói lở bờ sông theo chỉ tiêu

tích hợp các yếu tố điều kiện địa kỹ thuật môi trường  $I_{\Sigma}$  (Hình 12).

$$I_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n g_i R_i^H$$

trong đó:

$g_i$  - tỷ trọng của yếu tố thứ  $i$ ;

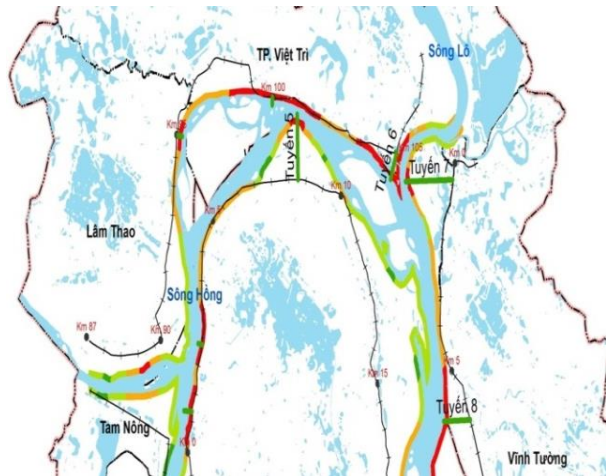


n - số lượng yếu tố thứ i xem xét.



Các thông số quan trắc bao gồm các thông số gây nên quá trình xói lở bờ sông, các thông số này là số liệu đầu vào cho mô hình tích hợp các yếu tố điều kiện địa kỹ thuật môi trường, bao gồm: (1) Cao độ địa hình bờ sông với phương pháp thị sát hiện trường và giải đoán ảnh hàng không, ảnh vệ tinh và chu kỳ quan trắc (1 lần/năm); (2) Dao động mực nước ngầm trong khu vực ảnh hưởng phương pháp

Hệ thống quan trắc lún nền đê được thiết lập thành 46 tuyến thể hiện trên bản đồ phân vùng Hình 13.



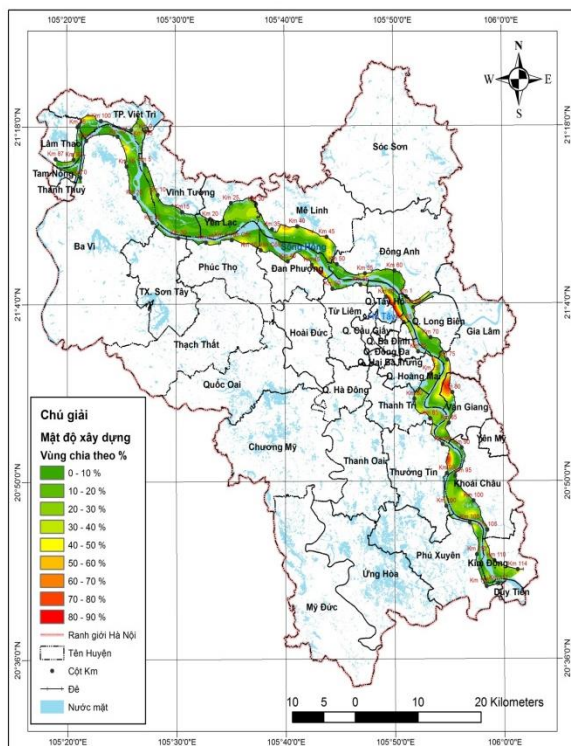
Hình 13. Vị trí tuyến quan trắc xói lở bờ

#### 4.4 Hệ thống quan trắc ngập lụt khu vực đới động

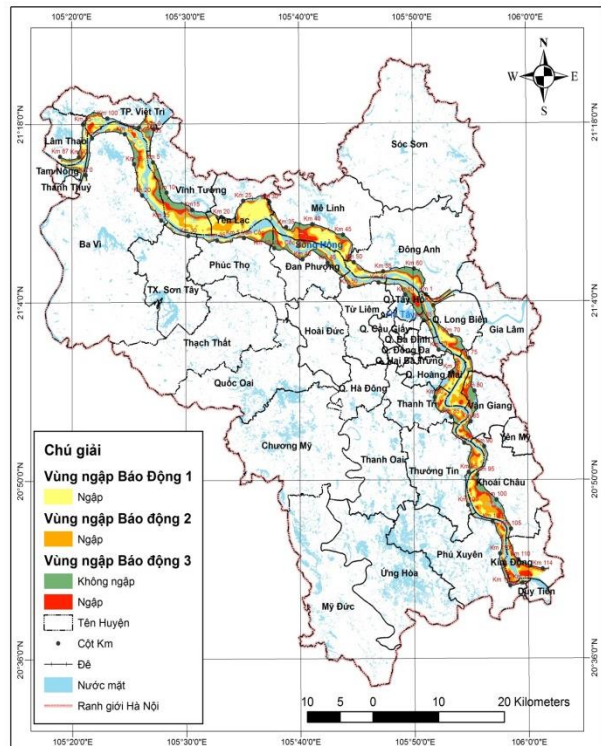
Quan trắc sự biến đổi của các yếu tố điều kiện, yếu tố tác động theo không gian và thời gian nhằm kiểm soát quá trình dâng mực nước và khả năng

thoát lũ trong thời gian mưa lũ.

Hệ thống quan trắc được thiết kế trên cơ sở bản đồ mật độ xây dựng và bản đồ ngập lụt ở các mức báo động 1, báo động 2 và báo động 3 được thể hiện trên Hình 14, 5.



Hình 14. Bản đồ phân vùng mật độ xây dựng



Hình 15. Bản đồ phân vùng ngập lụt

Hệ thống quan trắc được thiết lập trên nguyên tắc đánh giá đầy đủ các đặc trưng của 3 phụ hệ thống và đặc trưng tại biến ngập lụt gồm diện tích ngập lụt và chiều sâu ngập.

Điểm quan trắc trên mỗi tuyến là 6 điểm (bảng 1) được bố trí theo hướng vuông góc với các khu vực có mật độ xây dựng cao từ 70% đến 90% bởi khu vực này gây cản trở khả năng thoát lũ rất cao.

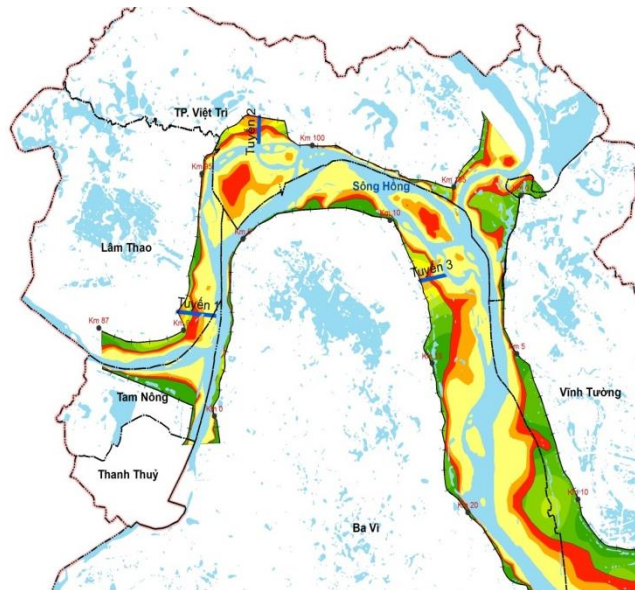
Vị trí các điểm quan trắc được đặt như sau: điểm 1 nằm ở ngoài sông, điểm 2 ở trên bãi sông, điểm 3 ở cốt ngập báo động 1, điểm 4 ở cốt ngập báo động 2, điểm 5 ở cốt ngập báo động 3, điểm 6 sát chân đê.

Thông số quan trắc bao gồm các thông số gây nên quá trình ngập lụt trong thời gian mưa lũ, các thông số này là số liệu đầu vào cho mô hình tích

hợp các yếu tố điều kiện địa kỹ thuật môi trường, gồm: (1) Biến động bề mặt địa hình bãi và lòng sông với phương pháp Phân tích dữ liệu ảnh hàng không, ảnh vệ tinh và chu kỳ quan trắc (1 lần/năm); (2) Mật độ công trình trong khu vực bãi và lòng sông như: nhà cửa, cống, cửa xả, bến cảng, bến bãi khai thác và tập kết cát với phương pháp sát đo đếm thống kê hiện trường và chu kỳ quan trắc (1 lần/năm); (3). Dao động mực nước sông với phương pháp bằng các Thiết bị đo chuyên dụng (Máy đo Valdai, máy

SGEAS, máy ULM20) và chu kỳ quan trắc 2 lần/ngày (7h và 19h), trong mùa lũ 4-8-12-24 lần/ngày hoặc mau hơn tùy theo yêu cầu lấy số liệu đặc biệt; (4) Diện tích ngập lụt được đo đạc với phân tích ảnh hàng không, ảnh vệ tinh và chu kỳ quan trắc (2 lần/năm, trước và sau khi ngập lụt).

Kết quả thiết lập hệ thống quan trắc ngập lụt theo 20 tuyến thể hiện trên bản đồ phân vùng (Hình 16).



Hình 16. Vị trí tuyến quan trắc ngập lụt

### 5. Kết luận

Trên cơ sở nghiên cứu cho thấy:

Hệ thống quan trắc phòng chống tai biến địa kỹ thuật môi trường khu vực đới động sông Hồng khu vực Hà Nội được luận chứng trên cơ sở của bản đồ phân vùng dự báo nguy cơ tai biến trên cơ sở chồng chập các bản đồ thành phần phân bố các yếu tố điều kiện và yếu tố tác động làm phát sinh, phát triển tai biến.

Hệ thống quan trắc đã bao quát được các tác động, tương tác từ 04 phụ hệ thống ĐKMT cho một số tai biến chính cho thấy: Điều chỉnh trọng số các yếu tố điều kiện, nguyên nhân gây tai biến trong mô hình chỉ số thống kê tích hợp đa biến; Sử dụng mô hình định lượng chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện nguyên nhân gây các tai biến để dự báo phân vùng nguy cơ tai biến khu vực nghiên cứu.

Dữ liệu thu được thông qua hệ thống quan trắc thiết lập đảm bảo phục vụ đánh giá cảnh báo, đề xuất giải pháp phòng ngừa tai biến ĐKMT khu vực

nghiên cứu thông qua các mô hình cảnh báo nhanh, cường độ các tai biến có thể xuất hiện thông qua thông số yếu tố quan trắc gây ra tai biến.

Cơ sở khoa học xây dựng hệ thống quan trắc phục vụ phòng chống các tai biến chủ yếu ở khu vực nghiên cứu có thể làm cơ sở để triển khai thực tiễn xây dựng hệ thống quan trắc cung cấp dữ liệu phục vụ quy hoạch, đề xuất giải pháp giảm thiểu thiệt hại do các tai biến gây ra hỗ trợ khai thác bền vững khu vực đới động sông Hồng Hà Nội. Đồng thời, qua bài viết cũng cho thấy cần có những nghiên cứu sâu hơn, tổng hợp hơn về đới động sông Hồng trong phát triển vùng Thủ đô.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Mạnh Liễu (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 đề sông (HĐKTĐS) đồng bằng Bắc bộ. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng số 4, Hà Nội.*

2. 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 đới sông ven sông Hồng trong phạm vi Hà Nội. *Sở khoa học và công nghệ, Hà Nội*.
4. Nguyễn Văn Tá, Trần Mạnh Liễu, Cao Thanh Tùng (2007). Phương pháp đánh giá dự báo khả năng sạt lở bờ sông theo chỉ tiêu tích hợp các yếu tố điều kiện kỹ thuật - tự nhiên vùng ven sông. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng số 01, Hà Nội*.
5. Nguyễn Văn Tá (2007). Phân vùng địa chất công trình (ĐCCT) đới sông ven sông hồng khu vực Hà Nội phục vụ quy hoạch phát triển bền vững lãnh thổ. *Tạp chí Địa Kỹ thuật số 03, Hà Nội*.
6. 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 đới động ven sông Hồng trên địa bàn Hà Nội. *Sở khoa học và công nghệ Hà Nội*.
7. Trần Mạnh Liễu (1998), Cơ sở lý thuyết và phương pháp luận monitoring hệ thống địa kỹ thuật đô thị, *Matxcova*.
8. Nguyễn Công Kiên (2020), "Đánh giá nguy cơ biến dạng thềm ở nền đề khu vực đới động sông Hồng Hà Nội", *Tạp chí Khoa học công nghệ xây dựng, Viện KHCN Xây dựng, vol. 4*.
9. Hà Quang Hà và Nguyễn Ngọc Tuyền (2011), "Xói mòn bờ biển Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh trong điều kiện biến đổi khí hậu toàn cầu", *Tạp chí Phát triển KH&CN, vol. 14, no. M4. pp. 17–28*.
10. Phan Kiều Diễm và nnk. (2013), "Đánh giá tình hình sạt lở, bồi tụ khu vực ven biển tỉnh Cà Mau và Bạc Liêu từ 1995-2010 sử dụng viễn thám và công nghệ GIS", *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, vol. 26, no. Phần A: Khoa học Tự nhiên, Công nghệ và Môi trường, pp. 35–43*.
11. N. A. Otsu (1975), "Threshold selection method from gray-level histograms", *Automatica, 11, pp. 23-27*.

Ngày nhận bài: 24/12/2021.

Ngày nhận bài sửa: 11/01/2022.

Ngày chấp nhận đăng: 18/01/2022.