

## Nghiên cứu phân chia cấu trúc nền khu vực Hà Nội theo tính chất động học phục vụ thiết kế kháng chấn

Nguyễn Văn Phóng  
Trường Đại học Mỏ - Địa chất

---

### TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu cơ sở phân chia loại đất và cấu trúc nền đất theo tính chất động học và đưa ra các kết quả nghiên cứu thực nghiệm tính chất động học của tám loại đất phân bố phổ biến ở Hà Nội. Trong đó, đưa ra các thông số động học đặc trưng cho mỗi loại đất phục vụ tính toán ổn định và thiết kế kháng chấn, bao gồm tỷ sức kháng động, khả năng hóa lỏng, hệ số giảm chấn và mô đun động theo mức độ biến dạng. Đồng thời, bài báo đã đưa ra đánh giá mức độ nhạy cảm của mỗi loại đất khi chịu tải trọng động trên cơ sở phân tích tính chất động học của chúng. Trên cơ sở đó, cấu trúc nền đất khu vực nội thành Hà Nội được chia thành 4 kiểu và biểu diễn trên bản đồ cũng như chú giải cần thiết cho công tác thiết kế, quy hoạch công trình chịu tải trọng động khu vực nghiên cứu.

*Từ khóa:* Tính chất động học; biến dạng động; hóa lỏng; thiết kế kháng chấn; cấu trúc nền Hà Nội.

---

### 1. Đặt vấn đề

Hoạt động xây dựng công trình ở Hà Nội những năm gần đây rất phát triển, ngày càng có nhiều công trình quy mô lớn và rất lớn như nhà cao tầng, hệ thống giao thông trên cao và ngầm cũng đang được xây dựng và quy hoạch xây dựng. Trong khi đó, Hà Nội nằm trong vùng động đất mạnh. Quy mô công trình càng lớn thì ảnh hưởng của động đất đến công trình càng cao. Do vậy, khi tính toán thiết kế loại công trình này đều kể tới tải trọng do động đất. Trong tính toán công trình chịu động đất, các thông tin về cấu trúc và thông số động học của nền đất được sử dụng để giải quyết bài toán mô hình ứng xử nền đất chịu tải trọng động, bao gồm xác định phổ phản ứng và đánh giá ổn định.

Hiện nay, ở Việt Nam nói chung và Hà Nội nói riêng, việc tính toán công trình chống động đất theo TCVN 9386: 2012 (Design of structures for earthquake resistance). Trong đó, nội dung quan trọng là xác định phổ phản ứng đàn hồi dựa theo tiêu chuẩn Eurocode 8 với 5 loại nền (A, B, C, D, E). Như vậy, có thể nói việc tính toán công trình chịu động đất ở Việt Nam chưa sử dụng trực tiếp thông tin về cấu trúc và thông số động học của nền đất tại vị trí xây dựng, dẫn tới kết quả có độ tin cậy không cao.

Trong vài năm gần đây, một số công trình nghiên cứu về tính chất động học của đất nền Hà Nội đã được công bố. Tuy nhiên, các kết quả này mới chỉ dừng lại ở việc đưa ra các đặc trưng cho một số loại đất mà chưa được xem xét trong cấu trúc nền. Trong khi đó, cấu trúc nền khu vực Hà Nội đã được nghiên cứu khá chi tiết. Vì vậy, việc phân vùng cấu trúc nền Hà Nội dựa trên các kết quả xác định trực tiếp các chỉ tiêu động học vừa có ý nghĩa khoa học, vừa có ý nghĩa thực tiễn cao.

### 2. Cơ sở phân chia cấu trúc nền Hà Nội theo tính chất động

Việc phân chia cấu trúc nền dựa vào trật tự sắp xếp trong không gian các loại đất khác nhau bởi tính chất động học của chúng và nằm trong phạm vi tác động của công trình. Mặt khác, tính chất động học của đất được quyết định bởi thành phần, trạng thái và điều kiện ứng suất. Vì vậy, cơ sở phân chia cấu trúc nền theo tính chất động học bao gồm: 1) Diện và độ sâu nghiên cứu được xác định theo khả năng chịu tác động của ứng suất động; 2) Đặc điểm cấu trúc nền đất khu vực nghiên cứu; 3) Phân loại đất theo tính chất động học trong điều kiện ứng suất (độ sâu phân bố) thực tế.

#### 2.1. Xác định phạm vi nghiên cứu

Diện nghiên cứu được xác định trong giới hạn các quận nội thành Hà Nội, đó là nơi tập trung các công trình quy mô lớn cần tính toán chống động đất, chủ yếu đó là nhà cao tầng sử dụng giải pháp móng cọc. Độ sâu nghiên cứu được giới hạn theo độ sâu phân bố của lớp cuội sỏi thuộc hệ tầng Hà Nội, vì hầu hết các công trình quy mô lớn đều đặt móng đến lớp này hoặc nông hơn.

\* Tác giả liên hệ

Email: nvphongdcct@gmail.com

Nguồn gây tải trọng động lớn nhất trong khu vực nghiên cứu là động đất. Vì vậy, việc xác định độ sâu nghiên cứu dựa vào tỷ số ứng suất động (CSR) gây ra bởi động đất, đó là tỷ số giữa ứng suất động ( $\tau_d$ ) với ứng suất nén hiệu quả ( $\sigma'_{vo}$ ). Ứng suất động do động đất phụ thuộc vào trọng lượng công trình và trọng lượng của các lớp đất bên trên (lực quán tính), được xác định theo Seed (1971):

$$\tau_d = 0,65 \cdot r_d \cdot a_{gr} \cdot (\sigma_{vo} + \sigma_v) \quad (1)$$

Trong đó,  $\sigma_v$  là ứng suất thẳng đứng do công trình gây ra, được tính bằng khả năng chịu ứng suất tối đa của đất (xác định theo độ bền tĩnh);  $\sigma_{vo}$  là ứng suất bản thân;  $a_{gr}$  là tỷ số gia tốc nền, được xác định theo bảng phân vùng gia tốc nền khu vực Hà Nội. Khi tính toán,  $a_{gr}$  được lấy theo giá trị lớn nhất,  $a_{gr} = 0,1097$ .

Từ đó, xác định được tỷ số ứng suất động CSR do động đất lớn nhất ở độ sâu khác nhau như bảng 1.

*Bảng 1. Xác định biên độ ứng suất thí nghiệm lớn nhất cho đất loại sét và cát  
(Tính cho điều kiện bất lợi nhất - nước ngầm nông nhất ở độ sâu 3m)*

Z (m)	$r_d$	$\sigma_{vo}$ (kPa)	U (kPa)	$\sigma'_{vo}$ (kPa)	$\tau_d$ (kPa)	CSR
3	0.964	54	0	54	17	0.32
5	0.94	90	20	70	18	0.26
10	0.88	180	70	110	19	0.18
15	0.82	270	120	150	20	0.14
20	0.76	360	170	190	21	0.11
25	0.7	450	220	230	21	0.09
30	0.64	540	270	270	21	0.08

## 2.2. Đặc điểm phân bố các lớp đất nền trong phạm vi nghiên cứu

Từ các kết quả nghiên cứu về địa chất Đê tứ và địa chất công trình (Nguyễn Huy Phương, nnk, 2004), đất nền khu vực Hà Nội được chia theo tính chất địa chất công trình bao gồm 21 loại đất. Khi xét tới đặc tính động học và mục đích nghiên cứu, đất nền trong phạm vi nghiên cứu được chia thành 8 loại đất đặc trưng theo thứ tự từ trên xuống dưới, như sau:

### - Hệ tầng Thái Bình ( $Q_2^3tb$ )

1. Trầm tích nguồn gốc sông ( $aQ_2^3tb_1$ ): Sét, sét pha màu xám nâu, nâu vàng, trạng thái dẻo cứng đến nửa cứng (ký hiệu là lớp 1);
2. Trầm tích nguồn gốc sông - hồ - đầm lầy ( $albQ_2^3tb_1$ ): Sét, sét pha màu xám nâu, xám đen, trạng thái dẻo chảy, lẫn ít hữu cơ (lớp 2);
3. Trầm tích nguồn gốc sông ( $aQ_2^3tb_1$ ): Cát mịn màu xám đen, xám nâu, trạng thái xốp đến chặt vừa (lớp 3);

### - Hệ tầng Hải Hưng ( $Q_2^{1-2}hh$ )

4. Trầm tích nguồn gốc biển ( $mQ_2^{1-2}hh_2$ ): Sét màu xám xanh, trạng thái dẻo mềm đến dẻo cứng (lớp 4);
5. Trầm tích nguồn gốc hồ - đầm lầy ( $lbQ_2^{1-2}hh_1$ ): Sét, sét pha màu xám đen lẫn hữu cơ, trạng thái dẻo chảy đến chảy (lớp 5);

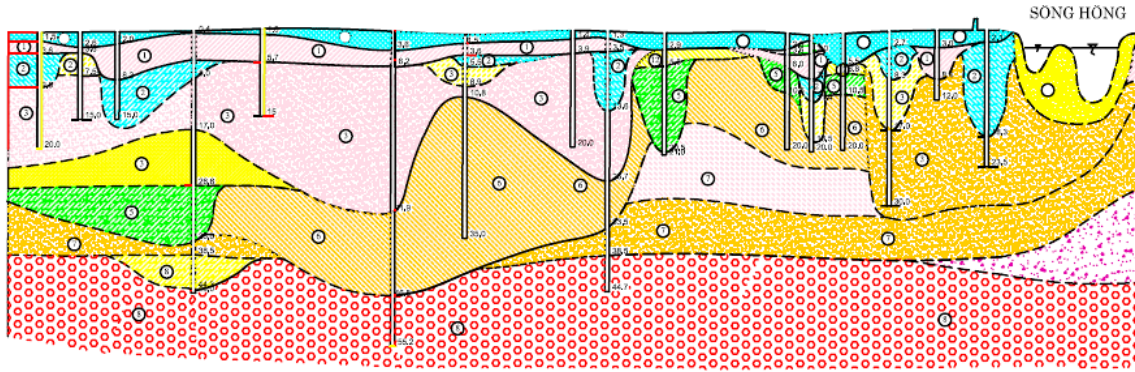
### - Hệ tầng Vĩnh Phúc ( $Q_1^3vp$ )

6. Trầm tích nguồn gốc sông ( $aQ_1^3vp_2$ ): Sét pha màu xám vàng, xám trắng, nâu đỏ loang lổ, trạng thái dẻo cứng đến nửa cứng (lớp 6);
7. Trầm tích nguồn gốc sông ( $aQ_1^3vp_1$ ): Cát vừa màu xám vàng, trạng thái chặt vừa đến chặt (lớp 7).

### - Hệ tầng Hà Nội ( $ap, amQ_1^{2-3}hn$ )

8. Cuội, sỏi lẫn cát màu xám, xám vàng (lớp 8).

Đặc điểm phân bố của các lớp đất nền được tổng hợp trong bảng 2 và biểu diễn trên mặt cắt ĐCCT như hình 1. Theo đó, có thể thấy đặc điểm phân bố (độ sâu và bề dày) của các lớp đất nền khu vực Hà Nội biến đổi rất lớn: các loại đất nguồn gốc liên quan đến đầm lầy (lớp 2, 5) biến đổi mạnh nhất; tiếp theo là đất nguồn gốc sông (các lớp 1, 3, 6, 7); các lớp có nguồn gốc liên quan đến biển (lớp 4, 8) có độ sâu phân bố và chiều dày tương đối ổn định, đặc biệt lớp cuội sỏi (lớp 8) có chiều dày lớn nhất (trung bình là 34m) nhưng lại phân bố ở độ sâu lớn hơn 35m, lớp 4 thường có chiều dày nhỏ.



Hình 1. Mặt cắt ĐCCT đặc trưng khu vực Hà Nội theo hướng từ Tây sang Đông  
(Nguyễn Huy Phương, nnk, 2004)

Bảng 2. Đặc điểm phân bố của các loại đất nền đặc trưng khu vực Hà Nội  
(Nguyễn Huy Phương, nnk, 2004)

TT	Loại đất	Diện phân bố phổ biến	Độ sâu phân bố/ trung bình (m)	Chiều dày/ trung bình (m)
1	Lớp 1	Khu vực trung tâm, phía Tây và phía Nam thành phố Hà Nội.	(1÷10)/5	(2÷16)/8
2	Lớp 2	Khu vực phía Nam (Hoàng Mai, Thanh Trì) và trung tâm thành phố Hà Nội.	(3 ÷ 20)/10	(1,2÷20)/12
3	Lớp 3	Khu vực phía Nam thành phố Hà Nội (Hoàng Mai, Thanh Trì)	(3÷30)/12	(4÷30)/14
4	Lớp 4	Phân bố rải rác ở trung tâm, phía Tây (Nam Từ Liêm) và phía Đông (Gia Lâm).	(3÷6)/4	(1÷3)/2
5	Lớp 5	Phân bố rất phổ biến, từ Tây sang Đông và phát triển xuống phía Nam thành phố Hà Nội, ít gặp ở phía Bắc.	(2÷30)/16	(2÷20)/12
6	Lớp 6	Khu vực phía Bắc và phía Tây của thành phố Hà Nội.	(1÷17)/10	(5÷10)/7
7	Lớp 7	Phân bố rất phổ biến ở hầu hết khu vực thành phố Hà Nội, trừ khu phía Nam.	(10÷35)/18	(6÷16)/10
8	Lớp 8	Phân bố rất phổ biến ở hầu hết khu vực thành phố Hà Nội.	(35÷>50)/40	(20÷37)/34

### 2.3. Tính chất động học của các loại đất trong phạm vi nghiên cứu

#### 2.3.1. Các chỉ tiêu động học cần thiết cho thiết kế kháng chấn

Trong thực tế, cùng một nguồn gây tải trọng động nhưng cường độ ứng suất động thay đổi tùy theo vị trí của điểm đang xét. Nói cách khác, mức độ biến dạng động của đất khác nhau tùy theo vị trí phân bố. Ứng suất động do động đất thường có cường độ lớn và có thể gây ra biến dạng phá hủy tại những điểm gần móng công trình, mức độ biến dạng giảm dần theo khoảng cách của điểm đang xét đến nguồn tải trọng. Dựa theo mức độ biến dạng động và quan hệ ứng suất biến dạng, có thể chia biến dạng động thành 4 pha và như bảng 2 (Nguyễn Văn Phong, 2018).

Bảng 2. Các pha biến dạng động và chỉ tiêu đặc trưng

Mức độ biến dạng	Quan hệ ứng suất – biến dạng	Giả thiết và mô hình	Chỉ tiêu đặc trưng
Rất nhỏ $\varepsilon < 10^{-4}\%$	Đàn hồi	Nền biến dạng đàn hồi	$G_{\max} (D=0)$
Nhỏ $10^{-4}\% < \varepsilon < \varepsilon_{tv}$	Tuyến tính	Nền biến dạng tuyến tính	$G_l, D_l$
Trung bình	Phi tuyến	Nền biến dạng phi tuyến; nền biến	$G_{nl}, D_{nl}$

$\varepsilon_{iv} < \varepsilon < \varepsilon_{sl}$		dạng tuyến tính tương đương	
Lớn	Trượt	Dẻo	CRS <sub>gh</sub>

\*  $\varepsilon$  - biến dạng tương đối;  $\varepsilon_{iv}$  – giới hạn biến dạng thể tích;  $\varepsilon_{sl}$  – giới hạn biến dạng trượt

Trong đó, ba pha đầu thuộc về bài toán biến dạng động với các chỉ tiêu đặc trưng là mô đun động (G) và hệ số giảm chấn (D); Ở pha thứ tư, đất bị phá hủy nếu ở mức độ biến dạng lớn nên thuộc bài toán độ bền động, có chỉ tiêu đặc trưng là tỷ số ứng suất động giới hạn (CSR<sub>gh</sub>). Như vậy, một cách tổng quát có thể thấy, để tính toán kháng chấn cần thiết phải xác định các chỉ tiêu động học đặc trưng cho mỗi pha biến dạng động. Tuy nhiên, trong thực tế cần dựa vào kết quả xác định tỷ số ứng suất lớn nhất (bảng 1), đặc điểm phân bố (bảng 2) và tính chất của đất để xác định khả năng biến dạng động.

Số liệu trong bảng 1 cho thấy, ở độ sâu lớn hơn 25m (lớp 7, lớp 8) thì tỷ số CSR nhỏ hơn 0,1, đó là tỷ số ứng suất không gây ra biến dạng lớn và phá hủy đất, chủ yếu là biến dạng nhỏ và rất nhỏ. Vì vậy, chỉ tiêu động học cần thiết cho thiết kế kháng chấn chủ yếu là G<sub>max</sub>. Còn ở độ sâu nhỏ hơn 25m, tỷ số CSR lớn có thể gây ra bị biến dạng cho đất ở nhiều mức độ khác nhau nên cần thiết phải xác định tất cả các chỉ tiêu động học đối với các lớp đất nằm nông.

### 2.3.2. Các chỉ tiêu tính chất động học của các loại đất trong phạm vi nghiên cứu

Để xác định các chỉ tiêu động học của các loại đất trong phạm vi nghiên cứu, phương pháp xác định các chỉ tiêu động học của đất trong phạm vi nghiên cứu được thực hiện như sau:

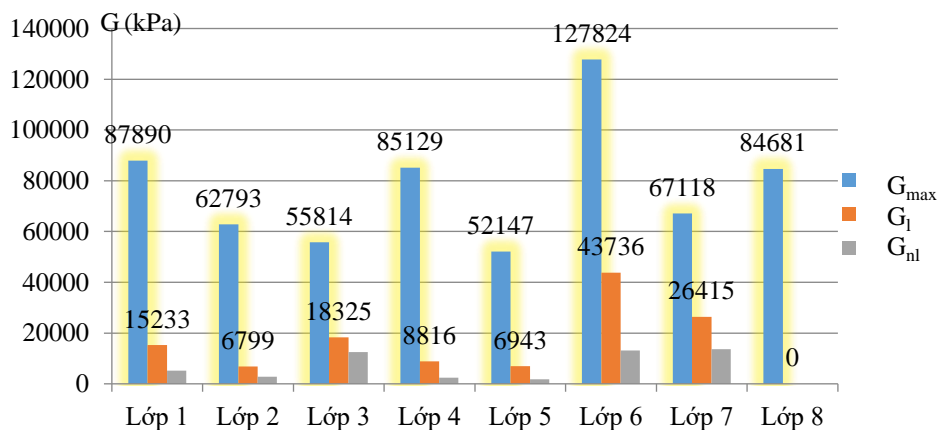
- Ở giai đoạn biến dạng rất nhỏ, G<sub>max</sub> được xác định từ kết quả thí nghiệm SPT;
- Các giai đoạn biến dạng nhỏ và trung bình, các chỉ tiêu đặc trưng biến dạng động (G<sub>l</sub>, D<sub>l</sub> và G<sub>nl</sub>, D<sub>nl</sub>) được xác định từ kết quả thí nghiệm ba trục động;
- Đặc trưng cho độ bền động là tỷ số ứng suất động giới hạn CSR<sub>gh</sub> được xác định bằng thí nghiệm ba trục động.

Khối lượng nghiên cứu được xác định nhằm đảm bảo mục đích và nội dung nghiên cứu, thí nghiệm ba trục động được tiến hành với 88 mẫu biến dạng động và 47 mẫu nghiên cứu độ bền động trong 7 loại đất (không thí nghiệm trong lớp 8). Vị trí lấy mẫu được xác định theo diện phân bố phổ biến của đối tượng nghiên cứu: đất hệ tầng Thái Bình phân bố phổ biến ở phía Nam, Tây Nam; hệ tầng Hải Hưng phân bố phổ biến ở trung tâm và phía Nam; hệ tầng Vĩnh Phúc phân bố đặc trưng ở phía Bắc và phía Tây. Độ sâu lấy mẫu được xác định theo độ sâu phân bố đặc trưng của đối tượng nghiên cứu (ở các diện phân bố phổ biến – bảng 1). Tất cả các điểm lấy mẫu đều thu thập số liệu thí nghiệm SPT.

Kết quả xác định các chỉ tiêu động học được trình bày trong bảng 3. Theo đó, có thể thấy các lớp đất 2, 3, 5 có tính chất động học thấp, thể hiện ở các trị số CSR<sub>gh</sub> và G đều thấp (so sánh 3 giá trị mô đun ở 3 pha – hình 2). Đặc biệt, lớp 3 (cát mịn) có khả năng hóa lỏng ở CSR ≥ 0.16. Các lớp đất số 2 và 5 là các lớp đất yếu của hệ tầng Thái Bình và Hải Hưng, đồng thời cũng là các lớp đất có độ bền động thấp, tính biến dạng động lớn. Các lớp đất còn lại trong điều kiện phân bố thực tế, nhìn chung là các lớp đất có khả năng kháng chấn tốt.

Bảng 3. Tổng hợp các chỉ tiêu động học của các loại đất nền

Loại đất	Tỷ số ứng suất giới hạn	Ngưỡng biến dạng		Chỉ tiêu động học ở các pha biến dạng				
				Đàn hồi (theo SPT)	Tuyến tính		Phi tuyến	
				G <sub>max</sub>	G <sub>l</sub> (kPa)	D <sub>l</sub>	G <sub>nl</sub> (kPa)	D <sub>nl</sub>
Lớp 1	0.231	0.018	2.4	87890	15233	0.112	5195	0.194
Lớp 2	0.194	0.025	1.5	62793	6799	0.092	2769	0.182
Lớp 3	0.16	0.01	0.5	55814	18325	0.089	12545	0.128
Lớp 4	0.243	0.03	2.5	85129	8816	0.112	2429	0.176
Lớp 5	0.167	0.036	4.1	52147	6943	0.115	1787	0.200
Lớp 6	0.636	0.025	-	127824	43736	0.101	13177	0.141
Lớp 7	0.30	-	-	67118	26415	0.114	13701	0.120
Lớp 8	>0.6	-	-	84681	-	-	-	-



Hình 2. So sánh trị mô đun của các lớp ở 3 pha biến dạng động

### 3. Kết quả phân chia cấu trúc nền

Dựa vào khả năng chịu ứng suất động theo độ sâu (bảng 1) và tính chất động học của mỗi loại đất (bảng 3), có thể đánh giá được mức độ nhạy cảm của các loại đất trong cấu trúc nền Hà Nội đối với động đất (bảng 4). Kết quả đánh giá trình bày trong bảng 4 là cơ sở quan trọng cho việc phân vùng cấu trúc nền theo tính chất động.

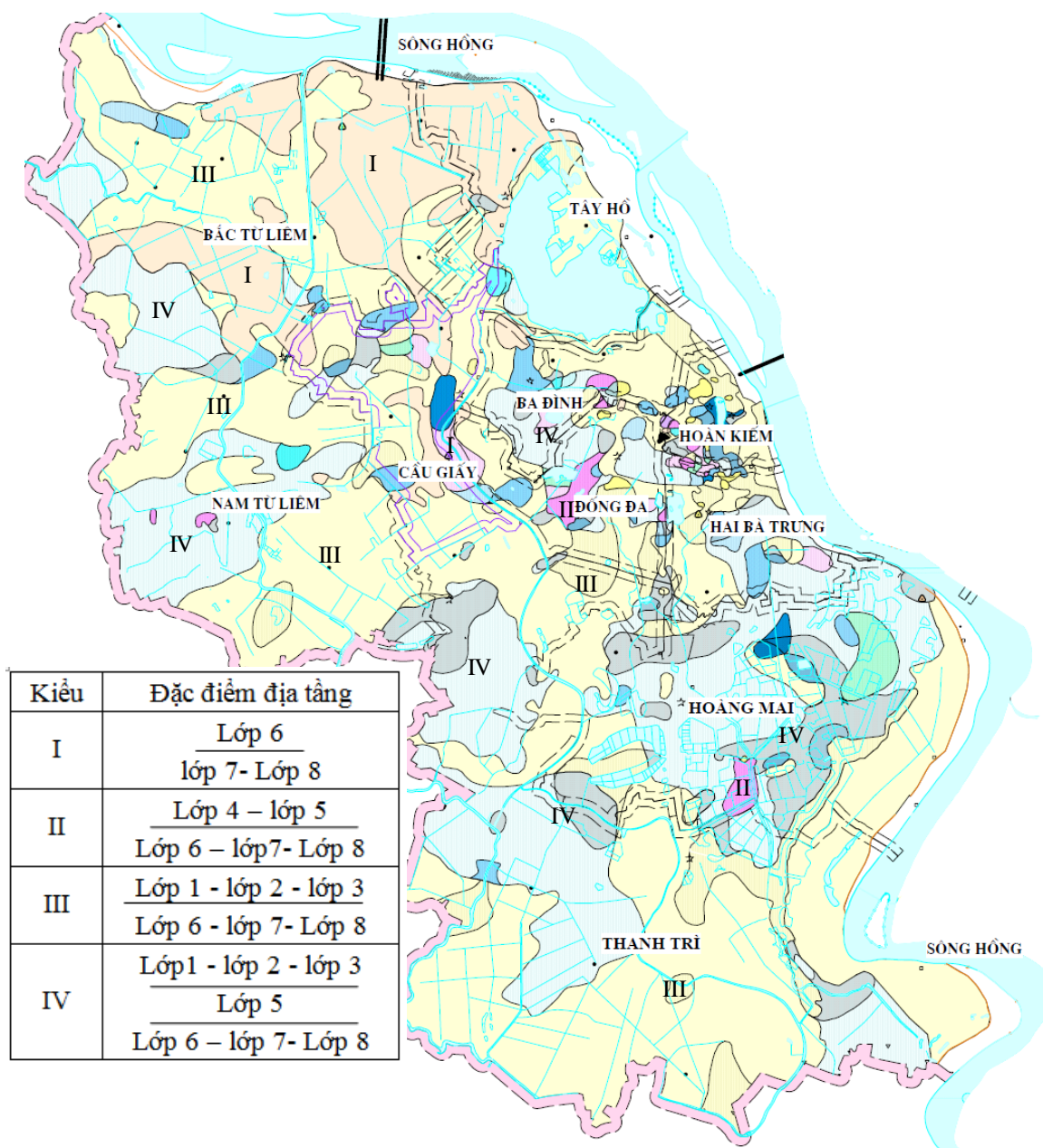
Bảng 4. Tổng hợp kết quả đánh giá mức độ nhạy cảm với động đất của các loại đất trong cấu trúc nền Hà Nội

Loại đất	Độ bền động – khả năng hóa lỏng (với cát)	Khả năng kháng chấn - theo biến dạng động	Đánh giá
Lớp 1	Có khả năng mất ổn định ( $CSR_{gh}=0.231 < 0.26$ )	Tương đối tốt	Ít nhạy cảm
Lớp 2	Có khả năng mất ổn định ( $CSR_{gh}=0.194 \approx 0.18$ )	Kém	Nhạy cảm
Lớp 3	Khả năng hóa lỏng cao ( $CSR_{gh}=0.16 < 0.18$ )	Kém	Rất nhạy cảm
Lớp 4	Có khả năng mất ổn định ( $CSR_{gh}=0.243 < 0.26$ )	Tương đối tốt	Ít nhạy cảm
Lớp 5	Có khả năng mất ổn định ( $CSR_{gh}=0.167 \approx 0.14$ )	Kém	Nhạy cảm
Lớp 6	Độ ổn định cao ( $CSR_{gh}=0.636 > 0.18$ )	Rất tốt	Không nhạy cảm
Lớp 7	Độ ổn định cao ( $CSR_{gh}=0.30 > 0.11$ )	Trung bình	Ít nhạy cảm
Lớp 8	Độ ổn định rất cao ( $CSR_{gh} > 0.6 >> 0.08$ )	Tốt	Không nhạy cảm

Dựa vào kết quả phân vùng cấu trúc nền khu vực Hà Nội ([1]) và đặc điểm tính chất động học của các loại đất trong phạm vi nghiên cứu, cấu trúc nền đất khu vực nghiên cứu được chia thành 4 kiểu:

- Kiểu I: không có mặt lớp đất nhạy cảm với tải trọng động. Kiểu này chỉ có mặt các lớp đất của hệ tầng Vĩnh Phúc (Lớp 6, 7) và Hà Nội (Lớp 8), phân bố chủ yếu ở quận Bắc Từ Liêm và Tây Hồ (hình 3);
- Kiểu II: Chỉ có mặt 1 lớp đất nhạy cảm với tải trọng động (Lớp 5). Kiểu này phân bố chủ yếu ở trung tâm với đặc điểm đất hệ tầng Hải Hưng lộ trên mặt;
- Kiểu III: Có mặt 2 loại đất nhạy cảm với tải trọng động, trong đó một loại đất có khả năng hóa lỏng cao (Lớp 3) và một loại là đất yếu của hệ tầng Thái Bình (Lớp 2). Kiểu III có diện phân bố rộng rãi ở phía Tây và phía Nam khu vực nghiên cứu.
- Kiểu IV: Có tất cả các loại đất nhạy cảm với tải trọng động, trong đó một loại đất có khả năng hóa lỏng cao (Lớp 3) và hai loại là đất yếu của hệ tầng Thái Bình (Lớp 2) và Hải Hưng (Lớp 5). Kiểu này có mặt nhiều loại đất thuộc tất cả các hệ tầng, phân bố thành những diện lớn ở phía Tây và Nam.





Hình 3. Sơ đồ cấu trúc nền đất khu vực nội thành Hà Nội theo tính chất động học  
(Dựa theo Bản đồ cấu trúc nền Hà Nội và Bản đồ phân vùng đất yếu Hà Nội – Nguyễn Huy Phương, Nguyễn Văn Phóng, 2004)

Dựa vào sự có mặt của các loại đất nhạy cảm với tải trọng động trong mỗi kiểu cấu trúc nền, có thể đánh giá mức độ thuận lợi khi xây dựng công trình kháng chấn trong mỗi kiểu cấu trúc nền (bảng 5).

Bảng 5. Tổng hợp kết quả đánh giá mức độ thuận lợi khi xây dựng công trình ngầm theo kiểu cấu trúc nền

Kiểu	Đặc điểm địa tầng	Đặc điểm cấu trúc nền	Đánh giá
I	<u>Lớp 6</u> lớp 7- Lớp 8	Không có mặt các loại đất nhạy cảm với tải trọng động	Thuận lợi
II	<u>Lớp 4 – lớp 5</u> Lớp 6 – lớp 7- Lớp 8	Chỉ có mặt 1 lớp đất nhạy cảm với tải trọng động (Lớp 5)	Ít thuận lợi
III	<u>Lớp 1 - lớp 2 - lớp 3</u> Lớp 6 - lớp 7- Lớp 8	Có mặt lớp cát mịn có khả năng hóa lỏng cao (Lớp 3) và 1 lớp đất yếu nhạy cảm với	Không thuận lợi

		tải trọng động của hệ tầng Thái Bình (Lớp 2).	
IV	<u>Lớp 1 - lớp 2 - lớp 3</u> <u>Lớp 5</u> Lớp 6 – lớp 7- Lớp 8	Có mặt lớp cát mịn có khả năng hóa lỏng cao (Lớp 3) và 2 lớp đất yếu nhạy cảm với tải trọng động (Lớp 2 và lớp 5).	Rất không thuận lợi

#### 4. Kết luận và kiến nghị

Đất nền khu vực Hà Nội được chia thành tám loại đất có đặc trưng động học khác nhau. Các lớp đất phân bố ở độ sâu lớn (chủ yếu là lớp 7 và 8) khi được sử dụng làm nền cho công trình chịu động đất có tỷ số ứng suất CSR không gây ra phá hủy động. Những lớp đất còn lại phân bố ở độ sâu nhỏ hơn đều có nguy cơ bị mất ổn định khi được sử dụng làm nền cho công trình trong điều kiện có động đất. Khi xem xét tính chất động học của các loại đất ở các mức độ biến dạng khác nhau, đã xác định được ba loại đất nhạy cảm với tải trọng động, trong đó có lớp cát mịn (lớp 3) của hệ tầng Thái Bình có nguy cơ hóa lỏng cao, là loại đất đặc biệt nhạy cảm với tải trọng động.

Cấu trúc nền đất khu vực nội thành Hà Nội được chia thành 4 kiểu theo sự xuất hiện của các lớp đất nhạy cảm với tải trọng động, trong đó kiểu III và IV có mặt loại đất nguy cơ hóa lỏng cao.

Kết quả nghiên cứu có thể được sử dụng làm cơ sở để giải quyết bài toán mô hình nền đất chịu tải trọng động, đặc biệt là khi thiết kế kháng chấn cho nhà cao tầng, đồng thời là cơ sở quy hoạch và quản lý đô thị. Thông tin trong bài báo còn có ý nghĩa định hướng cho những nghiên cứu tiếp theo về động học trong khu vực nghiên cứu.

Để nâng cao hiệu quả của việc phân chia cấu trúc nền theo tính chất động học, cần thiết phải có nghiên cứu chi tiết hơn, phân chia các phụ kiểu dựa theo độ sâu và bề dày của các loại đất nhạy cảm với tải trọng động.

#### Tài liệu tham khảo

Nguyen Van Phong, 2016. *Research on mechanical properties of Quaternary sediments distributed in Hanoi area under dynamic loads*. PhD thesis, Hanoi University of Mining and Geology, 152.

Nguyen Van Phong, Le Trong Thang, 2016. Research on liquefaction resistance of fine sand distributing in Hanoi by density. *Proceedings of the ESASGD 2016*, International Conference on Geology and Geo-resources (GAG), p 174-178.

Nguyen Van Phong, 2018. Research on characteristics of cyclic deformation phases of soils distributed in urban area Hanoi for seismic design. *Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference VietGeo 2018*.

Nguyễn Huy Phương, Tạ Đức Thịnh, Nguyễn Văn Phóng, nnk ..., 2004. Thu thập, kiểm chứng các tài liệu đã có, nghiên cứu bổ sung lập bản đồ phân vùng đất yếu Hà Nội phục vụ phát triển bền vững Thủ đô. *Đề tài trọng điểm thành phố Hà Nội*.

Nguyễn Huy Phương, Nguyễn Văn Phóng, 2006. Quy luật phân bố và biến đổi các đặc trưng địa chất công trình của đất yếu hệ tầng Hải Hưng phân bố ở khu vực Hà Nội. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất*, số 14, tr 46 – 50.

## ABSTRACT

### Ground structure of Hanoi area based on soil dynamical properties for seismic design

Nguyen Van Phong

*Hanoi University of Mining and Geology*

This paper introduces the divided basis of soil types and soil structures based on soil dynamical properties and the experimental results of the dynamic properties of eight soil types distributed popularly in Hanoi area. The paper also given dynamical properties of the soils for each deformation phase, include modulus (G), damping ratios (D) and soil liquefaction potential. In addition, the assessment of soil sensitivity with dynamical loads was proposed based on analysis of soil properties. Then, the ground structure of Hanoi area was divided into 4 structural types and represented on the zoning map to serve the designers and planners of structures with dynamic loads.

**Keywords:** dynamical properties; liquefaction potential; Hanoi ground structure.