

NGHIÊN CỨU, PHÂN TÍCH, ĐÁNH GIÁ MA SÁT ÂM CỦA ĐẤT LÊN CỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP KHU VỰC ĐÔ THỊ TRUNG TÂM THÀNH PHỐ HÀ NỘI

ThS. **NGUYỄN VĂN VŨ**

Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam

PGS. TSKH. **TRẦN MẠNH LIÊU**

Trường Đại học Quốc gia Hà Nội

PGS.TS. **NGUYỄN HUY PHƯƠNG**

Trường Đại học Mỏ Địa chất

Tóm tắt: Khu đô thị Trung tâm thành phố Hà Nội phổ biến nhiều loại đất yếu có thành phần, tính chất đặc biệt, chiều dày lớn và biến đổi phức tạp. Nhiều khu vực cần phải san lấp để tôn cao nền, cùng với sự hạ thấp mực nước ngầm do khai thác nước đã gây ra lún và lún không đều, cũng như phát sinh hiện tượng ma sát âm tác dụng lên sức chịu tải của cọc mà chưa được quan tâm đúng mức trong tính toán thiết kế. Trong bài báo này chúng tôi trình bày cơ sở lý thuyết, nguyên tắc đánh giá ma sát âm và lập bản đồ ma sát âm khu đô thị Trung tâm thành phố Hà Nội do khai thác nước ngầm, phục vụ cho quy hoạch, tính toán thiết kế xây dựng trên móng cọc bê tông cốt thép.

Abstract: In Hanoi's central area, there are various types of weak soil with special components, features, great thickness and complicated changes. In the area, a lot of parts need to be filled to heighten ground level and groundwater level is decreased by water exploitation activities, both of which cause subsidence and uneven subsidence, as well as the phenomenon of negative skin friction affecting bearing capacity of piles. However, this issue has not been thoroughly considered in construction planning and designing. Therefore, in this article, we present the theoretical background and principles to evaluate negative skin friction, and build a map of negative skin friction in Hanoi's central area caused by groundwater exploitation. This can be applied to plan and calculate construction projects that use reinforced-concrete-pile foundation.

1. Giới thiệu

Khu đô thị trung tâm thành phố Hà Nội bao gồm vùng lõi và các đô thị vệ tinh. Trong đó khu vực đô

thị lõi đã xảy ra nhiều biến dạng công trình, kể cả các công trình trên móng cọc do không chú ý đến ma sát âm của cọc.

Điển hình các công trình xây dựng trên móng nông bị biến dạng, hư hỏng như các nhà tại khu vực Thành Công, Giảng Võ, Ngọc Khánh, Tân Mai và Quỳnh Mai. Sau đó một số công trình được xử lý bằng móng cọc tiết diện nhỏ 20x20cm vẫn tiếp tục bị lún và biến dạng không đều. Một số công trình xây mới khác như Khoa Vật lý thuộc Đại học Sư phạm Hà Nội là công trình 5 tầng kết cấu bê tông cốt thép xây dựng trên móng cọc tiết diện 30x30cm, sau khi đưa vào sử dụng quan sát thấy nhiều vết nứt trên kết cấu trần và tường nhà do công trình tiếp tục xảy ra lún. Các công trình móng cọc nêu trên, khi tính toán đã không kể đến ma sát âm, do đó số lượng cọc đã thi công không đủ chống lún. Như vậy, vấn đề ma sát âm là vấn đề lớn cần phải được chú ý trong thiết kế, tính toán móng cọc.

2. Cơ sở lý thuyết phân tích đánh giá ma sát âm tác dụng lên cọc bê tông cốt thép

Hiện tượng ma sát âm của cọc đã được nhiều tác giả khác nhau trên thế giới cũng như trong nước nghiên cứu [3],[6],[8],[10]. Hiện tượng ma sát âm xảy ra khi sự chuyển vị (hoặc tốc độ lún) của đất nền lớn hơn chuyển vị (hoặc tốc độ lún) của cọc. Ở đây chúng tôi trình bày một số cơ sở lý thuyết chính để tính ma sát âm.

Móng cọc thường được sử dụng để truyền tải trọng của công trình xuống các lớp đất cứng, ít nén lún nằm ở độ sâu lớn. Như vậy, việc sử dụng móng cọc cho phép xây dựng công trình trong điều kiện có các lớp đất yếu nằm gần bề mặt đất. Trước đây, khi tính toán sức chịu tải của cọc người ta thường bỏ qua các lớp đất yếu mà chỉ xét đến sức kháng ở

mũi cọc và ma sát bên trên phần thân cọc nằm trong lớp đất tốt. Do đó, xây dựng công trình trong điều kiện chịu ảnh hưởng của phểu hạ thấp mực nước ngầm, phát sinh ma sát giữa cọc và lớp đất yếu có thể lớn đến mức đủ để gây ra sự cố cho công trình.

Sự gia tăng của ứng suất hữu hiệu trong các lớp đất yếu do tải trọng của đất san lấp hoặc do hạ mực nước ngầm làm cho nền đất bị lún. Khi tốc độ lún của nền cao hơn tốc độ lún của cọc thì một phần đất nền xung quanh có xu hướng "treo" lên cọc, do đó trọng lượng của khối đất xung quanh được truyền sang cọc thông qua ma sát bên. Ma sát bên giữa cọc và đất phát sinh trong điều kiện này được gọi là *ma sát âm* [3],[8].

Sự phát triển của ma sát âm biến đổi theo thời gian, thể hiện qua quan hệ giữa ma sát âm và áp lực nước lỗ rỗng trong đất. Sự tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng làm tăng độ lún của đất nền quanh cọc và làm tăng ma sát âm. Tại khu vực Hà Nội, hiện tượng ma sát âm trên cọc được cho là nguyên nhân chính dẫn đến sự cố của một số công trình xây dựng trên móng cọc. Ví dụ một số nhà trong khu bệnh viện Nhi, nhà ở khu Ngọc Khánh, Giảng Võ đã xử lý lún nứt bằng cọc ống thép $\phi 90-110$, cọc bê tông cốt thép tiết diện nhỏ, nhưng công trình không tấ lún vẫn kéo dài theo thời gian sau khi xử lý.

Dưới đây trình bày một trong những lý thuyết về đánh giá ma sát âm:

*** Ảnh hưởng của ma sát âm đối với sự làm việc của cọc**

Theo Zeevaert (1972), ảnh hưởng của ma sát âm đối với sự làm việc của cọc thể hiện ở 2 khía cạnh:

- *Làm tăng tải trọng tác dụng lên cọc*: Ngoài tải trọng từ công trình N^{KC} , cọc còn phải chịu tác dụng của ma sát âm N^{-} ;

- *Làm giảm khả năng chịu tải của cọc*: Để khắc phục hiện tượng ma sát âm thì cọc phải mất một phần phản lực (sức chịu tải của cọc) để chống lại sự kéo xuống của ma sát âm dẫn đến làm giảm sức chịu tải của cọc. Vì lý do này đôi khi người ta sử dụng chất kết dính (nhựa đường, bitum,...), giảm độ gồ ghề của bề mặt bên cọc dẫn tới làm giảm tác động của ma sát âm đến cọc và giữ cho sức chịu tải của cọc không bị thay đổi.

Tuỳ theo độ lớn của ma sát âm so với sức chịu tải của cọc, mức độ ảnh hưởng của nó đối với sự làm việc của cọc có thể như sau:

- Khi tổng tải trọng từ công trình và ma sát âm nhỏ hơn khả năng chịu tải của cọc $(N^{KC} + N^{-}) \leq Q$ thì độ lún của móng cọc không lớn, không xảy ra sự cố. Ở đây cần lưu ý là sức chịu tải của cọc được lấy bằng giá trị nhỏ hơn sức chịu tải của đất nền Q^{NEN} và độ bền của kết cấu cây cọc Q^{KC} , nghĩa là $Q = \text{Min}(Q^{NEN}, Q^{KC})$;

*** Khi $N^{KC} + N^{-} > Q$ có thể xảy ra các trường hợp sau:**

- $Q^{KC} \geq (N^{KC} + N^{-}) > Q^{NEN}$: Trong trường hợp này lớp đất tựa cọc không đủ khả năng chịu tải của công trình khi có xét đến lực ma sát âm;

- $Q^{KC} \leq (N^{KC} + N^{-}) \leq Q^{NEN}$: Vì sức chịu tải của kết cấu cây cọc nhỏ hơn tải trọng của kết cấu bên trên và ma sát âm, kết cấu cây cọc bị phá hoại do tải trọng nén;

- Đối với một cây cọc trong nhóm, khi khả năng chịu tải trọng kéo của cọc nhỏ hơn tải trọng của ma sát âm, cây cọc có thể bị phá huỷ do ứng suất kéo (hình 1).



Hình 1. Hiện tượng phá hoại của cọc do lực kéo của ma sát âm

- Theo Poulos (1980) [10], các yếu tố có ảnh hưởng mạnh nhất đến cường độ ma sát âm là:

+ Các đặc điểm của cọc: Loại cọc, phương pháp thi công, chiều dài, mặt cắt tiết diện, biện pháp xử lý bề mặt (nếu có);

+ Các đặc điểm của đất nền: Cường độ, tính nén lún, độ sâu của lớp, độ cứng của lớp đất tựa cọc.

- Nguyên nhân gây lún nền:

+ Thời gian kể từ khi thi công cọc;

+ Mức độ lún của cọc và của đất nền.

Việc dự báo ma sát âm chủ yếu dựa trên phân tích lý thuyết kết hợp với kinh nghiệm thu được thông qua quan trắc tại hiện trường.

3. Đặc điểm phân bố đất yếu ở đô thị Trung tâm thành phố Hà Nội

Đất yếu Hà Nội được hình thành trong các giai đoạn trầm tích của Đệ tứ và phân bố tương đối rộng rãi, bao gồm đất yếu thuộc hệ tầng Vĩnh Phúc, đất yếu hệ tầng Hải Hưng, đất yếu thuộc hệ tầng Thái Bình [3],[5]. Trong đó đất yếu thuộc hệ tầng Vĩnh Phúc và hệ tầng Thái Bình thường có nguồn gốc hồ đầm lầy, lục địa cho nên diện phân bố hẹp và chiều dày không lớn. Còn đất yếu hệ tầng Hải Hưng tuổi Holocen dưới - giữa có nguồn gốc đầm lầy ven biển hoặc hồ đầm lầy với diện phân bố rộng rãi, chiều dày lớn và biến đổi phức tạp.

Đất yếu thường là loại đất cổ kết chưa hoàn thành, áp lực tiền cổ kết thấp, nên có độ ẩm cao, bão hòa nước, hệ số rỗng lớn, hệ số nén lún và chỉ số nén lún lớn, sức chống cắt thấp nên rất dễ nhạy cảm với tác động của tải trọng san lấp, tải trọng công trình, tải trọng do hạ thấp mực nước ngầm.

Các lớp đất yếu tồn tại trong khu vực Hà Nội bao gồm: Lớp 6, lớp 11, lớp 13 [3]. Chúng phân bố không đồng đều, thường hay tạo thành các túi bùn lớn với chiều dày biến đổi tạo nên đặc điểm bất đồng nhất của môi trường địa chất Hà Nội.

Kết quả nghiên cứu đất yếu [5] đã lập được các bản đồ phân bố đất yếu, trình bày diện phân bố của chúng, độ sâu mặt lớp và quy luật biến đổi chiều dày từng lớp (hình 2). Dưới đây là một số đặc tính cơ bản của chúng:

Lớp 6: Sét pha màu nâu xám, trạng thái dẻo chảy, chảy lãn ít hữu cơ. Đất yếu tầng Thái Bình.

Chiều sâu gặp lớp 6 ở phía Nam thường là 15.25m, nông nhất có thể gặp là 3.4m sâu nhất gặp là 28m ở huyện Thanh Trì; bề dày của lớp biến đổi khá lớn khoảng từ 1.2–20.4m, trung bình khoảng 12.2m, bề dày của lớp thay đổi theo hướng Tây sang Đông, Đông Nam; Tính chất cơ lý của lớp 6 được trình bày trong (bảng 1)

Hàm lượng hạt cát (2-0.05)28.8%, hạt bụi (0.05 - 0.005) 43.5%, hạt sét (<0.005) 27.7%.

Bảng 1. Tính chất cơ lý lớp 6 [3],[5]

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Ký hiệu	Giá trị A_{tc}	
1	Độ ẩm tự nhiên	%	W	44.10	
2	Khối lượng thể tích tự nhiên	g/cm^3	γ	1.73	
3	Khối lượng thể tích khô	g/cm^3	γ_0	1.22	
4	Khối lượng riêng	g/cm^3	γ_s	2.66	
5	Hệ số rỗng	-	e	1.830	
6	Độ lỗ rỗng	%	n	55.00	
7	Độ bão hoà	%	G	95.80	
8	Độ ẩm giới hạn chảy	%	W_{ch}	43.50	
9	Độ ẩm giới hạn dẻo	%	W_d	29.20	
10	Chỉ số dẻo	%	I_p	14.30	
11	Độ sệt	-	I_s	0.87	
12	Cắt phẳng	Góc ma sát trong	độ	φ	$07^{\circ}34'$

ĐIÀ KỸ THUẬT - TRẮC ĐỊA

STT	Tên chỉ tiêu		Đơn vị	Ký hiệu	Giá trị A_{tc}
13		Lực dính	kG/cm^2	C	0.120
14	Nén ba trục (UU)	Góc ma sát trong	độ	φ	$02^{\circ}30'$
15		Lực dính	kG/cm^2	C	0.210
16	Hệ số nén lún		cm^2/kG	a_{1-2}	0.067
17	Áp lực tiền cố kết		kG/cm^2	P_c	0.710
18	Chỉ số lún			C_c	0.240
19	Hệ số cố kết		$10^{-3}\text{cm}^2/\text{s}$	$C_{v(0.5-1)}$	1.070
20	Hệ số thấm		10^{-7}cm/s	k	0.650
21	Hàm lượng hữu cơ		%	p	4.90
22	Môđun tổng biến dạng		kG/cm^2	E_0	20
23	Áp lực tính toán quy ước		kG/cm^2	R_0	0.70
24	Giá trị SPT		búa	N_{30}	3.00

Lớp 11: Bùn sét màu xám đen lẫn hữu cơ. Đất yếu tầng Hải Hưng

Bề dày biến đổi mạnh, từ một vài mét đến hơn chục mét; chiều sâu phân bố cũng thay đổi đáng kể, từ một vài mét đến trên 20m. Nhìn một cách tổng thể, bề dày và chiều sâu phân bố có xu hướng tăng

dần từ khu vực Từ Liêm qua các quận nội thành đến Hoàng Mai, Thanh Trì. Tính chất cơ lý của lớp 11 được trình bày trong (bảng 2).

Hàm lượng hạt cát (2-0.05mm): 22.7 %, hạt bụi (0.05-0.005): 47.9 %, hạt sét (< 0.005): 29.4%.

Bảng 2. Tính chất cơ lý lớp 11[3],[5]

STT	Tên chỉ tiêu		Đơn vị	Ký hiệu	Giá trị A_{tc}
1	Độ ẩm tự nhiên		%	W	55.00
2	Khối lượng thể tích tự nhiên		g/cm^3	γ	1.64
3	Khối lượng thể tích khô		g/cm^3	γ_0	1.02
4	Khối lượng riêng		g/cm^3	γ_s	2.58
5	Hệ số rỗng		-	e	1.48
6	Độ lỗ rỗng		%	n	61.00
7	Độ bão hoà		%	G	95.80
8	Độ ẩm giới hạn chảy		%	W_{ch}	49.60
9	Độ ẩm giới hạn dẻo		%	W_d	33.0
10	Chỉ số dẻo		%	I_p	16.60
11	Độ sệt		-	I_s	1.32
12	Cát phẳng	Góc ma sát trong	độ	φ	$05^{\circ}20'$
13		Lực dính	kG/cm^2	C	0.08
14	Nén ba trục (UU)	Góc ma sát trong	độ	φ	$01^{\circ}10'$
15		Lực dính	kG/cm^2	C	0.17
16	Hệ số nén lún		cm^2/kG	a_{1-2}	0.10

ĐỊA KỸ THUẬT - TRẮC ĐỊA

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Ký hiệu	Giá trị A_{tc}
17	Áp lực tiền cố kết	kG/cm^2	P_c	0.84
18	Chỉ số lún	kG/cm^2	C_c C_r	0.35 0.12
19	Hệ số cố kết	$10^{-3}\text{cm}^2/\text{s}$	$C_{v0.5-1}$	1.42
20	Hệ số thấm	10^{-7}cm/s	K	0.83
21	Hàm lượng hữu cơ	%	p	9.60
22	Môđun tổng biến dạng	kG/cm^2	E_0	15
23	Áp lực tính toán quy ước	kG/cm^2	R_0	0.55
24	Giá trị SPT	búa	N_{30}	4.00

Lớp 13: Sét pha màu xám đen lẫn hữu cơ, trạng thái dẻo chảy, chảy. Đất yếu tầng Vĩnh Phúc.

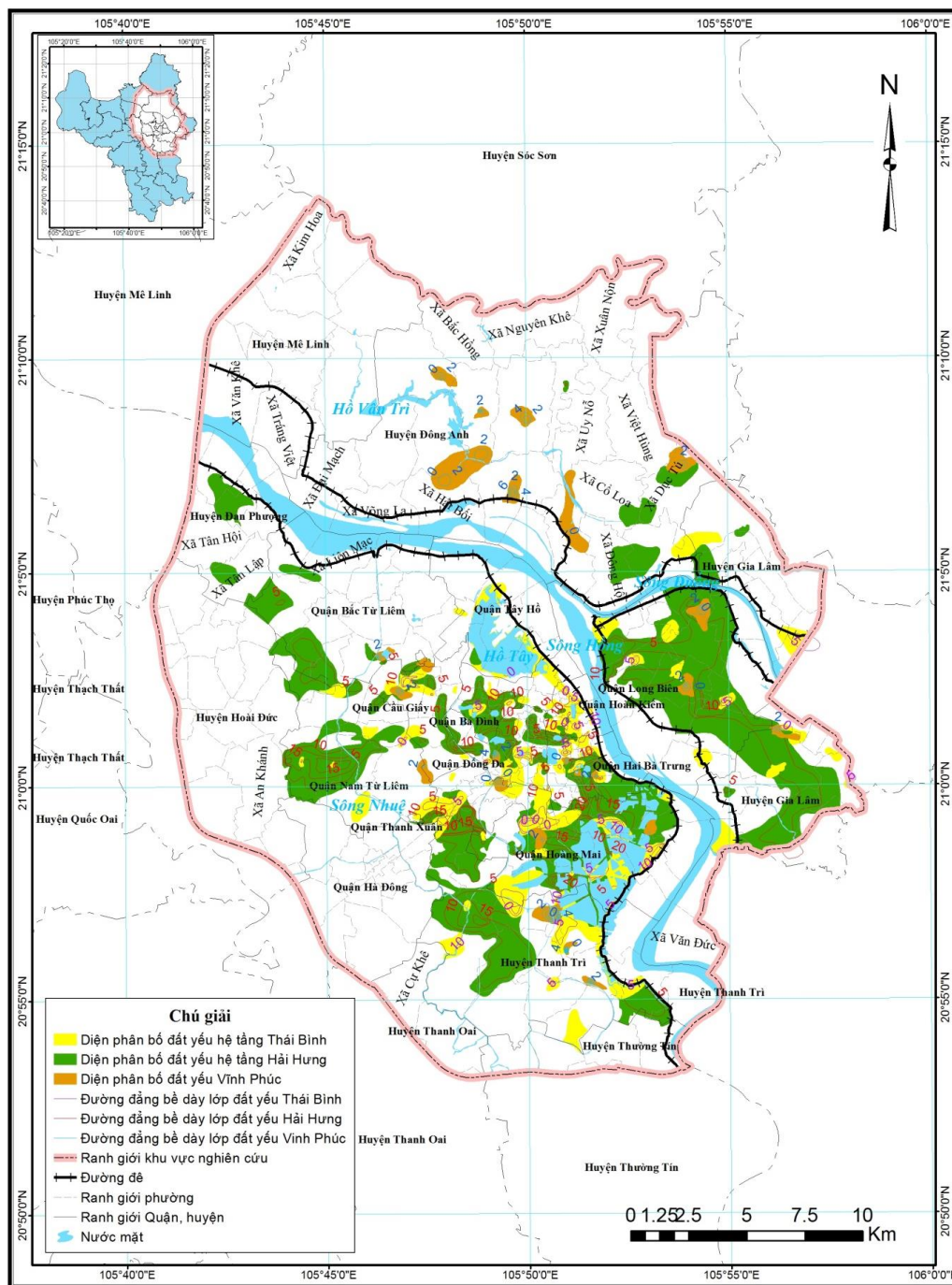
Đất yếu của hệ tầng Vĩnh Phúc (lớp 13), có thành phần chủ yếu là sét pha màu xám đen lẫn hữu cơ, trạng thái dẻo chảy, lớp này có diện phân bố thành các diện nhỏ nằm rải rác trong các quận, huyện của Hà Nội.

Bề dày trung bình từ 1.6m đến 8.0m. Độ sâu gặp lớp này cũng có xu hướng tăng dần theo chiều đi từ phía Bắc (3-4m) về phía Nam (22-25m) của khu vực nghiên cứu. Tính chất cơ lý của lớp 13 được trình bày trong (bảng 3).

Hàm lượng hạt cát (2-0.05)25.4%, hạt bụi (0.05-0.005) 28.7%, hạt sét (<0.005) 45.9%.

Bảng 3. Tính chất cơ lý lớp 13 [3],[5]

STT	Tên chỉ tiêu		Đơn vị	Ký hiệu	Giá trị		
					A_{tc}	σ	V
1	Độ ẩm tự nhiên		%	W	34.6	6.91	0.2
2	Khối lượng thể tích tự nhiên		g/cm^3	γ	1.77	0.08	0.05
3	Khối lượng thể tích khô		g/cm^3	γ_0	1.32	-	-
4	Khối lượng riêng		g/cm^3	γ_s	2.68	0.03	0.01
5	Hệ số rỗng		-	e	1.037	-	-
6	Độ lỗ rỗng		%	n	51.0	-	-
7	Độ bão hoà		%	G	89.4	-	-
8	Độ ẩm giới hạn chảy		%	W_{ch}	36.7	6.77	0.18
9	Độ ẩm giới hạn dẻo		%	W_d	24.5	4.98	0.2
10	Chỉ số dẻo		%	I_p	12.2	-	-
11	Độ sệt		-	I_s	0.83	-	-
12	Cát phẳng	Góc ma sát trong	độ	φ	$11^{\circ}16'$	-	-
13		Lực dính	kG/cm^2	C	0.124	-	-
14	Nén ba trục (UU)	Góc ma sát trong	độ	φ_u	$2^{\circ}44'$	-	-
15		Lực dính	kG/cm^2	C_u	0.21	-	-
16	Hệ số nén lún		Cm^2/kG	a_{1-2}	0.048	0.02	0.39
17	Áp lực tiền cố kết		kG/cm^2	P_c	1.14	-	-
18	Chỉ số nén			C_c	0.20	-	-
19	Hệ số cố kết		$10^{-3}\text{cm}^2/\text{s}$	$C_{v(0.5-1)}$	0.85	-	-
20	Hệ số thấm		10^{-7}cm/s	k	0.35	-	-
21	Hàm lượng hữu cơ		%	p			
22	Môđun tổng biến dạng		kG/cm^2	E_0	42	-	-
23	Áp lực tính toán quy ước		kG/cm^2	R_0	0.9	-	-
24	Giá trị SPT		Búa	N_{30}	7	3.06	0.46



Hình 2. Bản đồ diện phân bố đất yếu đô thị trung tâm TP. Hà Nội [5]

Nhận xét: Trong bản đồ trên đã chỉ ra quy luật phân bố đất yếu của 3 hệ tầng Thái Bình, Hải Hưng và Vĩnh Phúc. Trong đó hệ tầng Hải Hưng có nguồn gốc đầm lầy ven biển nên chiều dày đất yếu rất lớn, có khi đạt tới 25-30m nên nguy cơ dẫn tới độ lún lớn và lún không đều dưới các dạng tải trọng. Ngoài ra, địa hình những vùng này đều trũng thấp, muốn xây dựng công trình đều phải san lấp tôn cao nền làm cho gia tăng tải trọng gây lún. Ví dụ như các khu vực Thành Công, Giảng Võ, Quỳnh Mai, Tương Mai, Kim Liên, Ngọc Khánh,...

4. Hiện trạng hạ thấp mực nước ngầm do khai thác nước ngầm

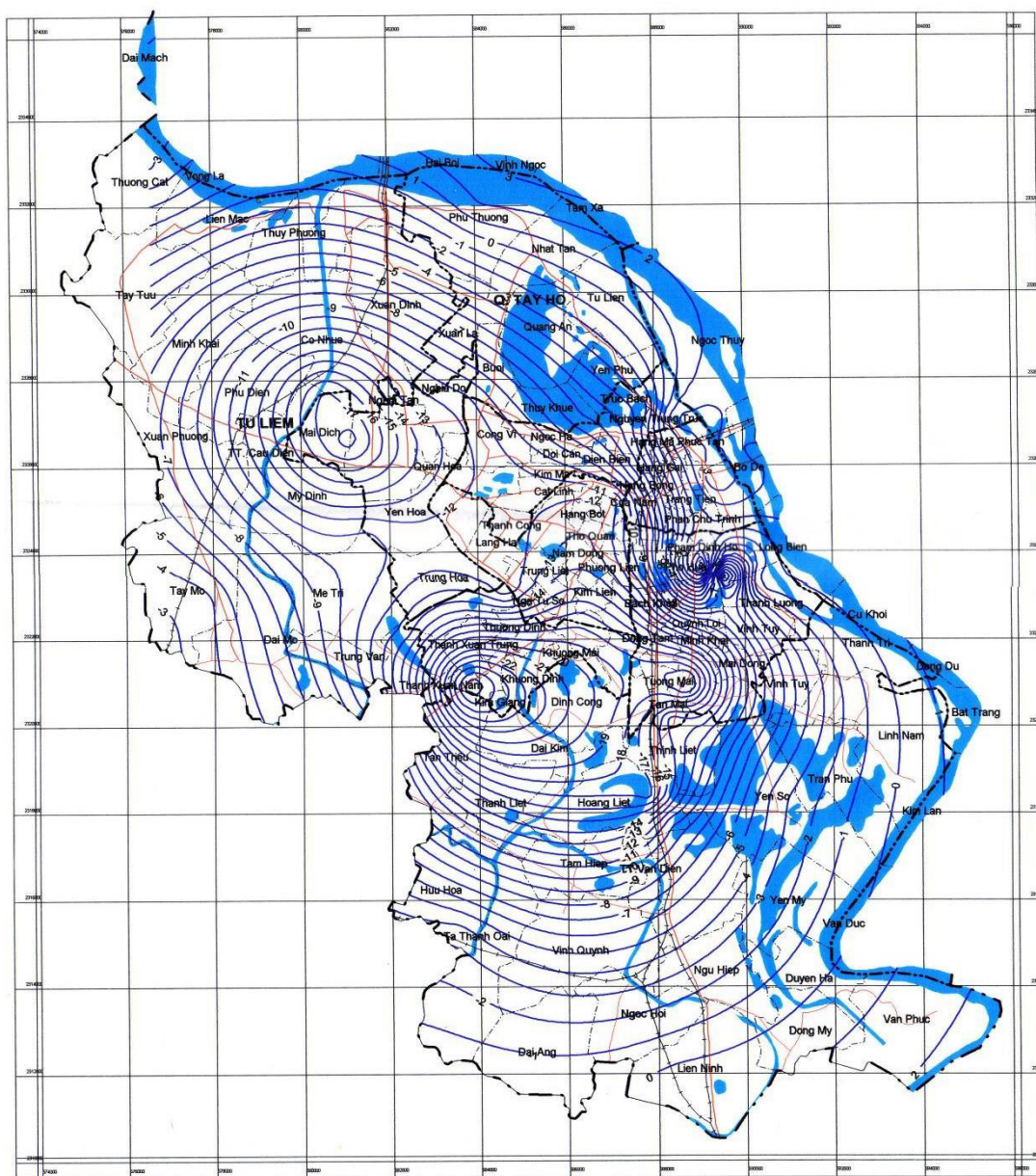
Công tác khai thác nước ngầm ở Hà Nội được bắt đầu từ những năm đầu của thế kỷ XX. Sau hòa bình lập lại công tác khai thác nước được phát triển mạnh nhất là khi có chương trình nước sạch Phần Lan. Khai thác nước dưới đất tập trung trên địa bàn Hà Nội bao gồm hoạt động khai thác của các nhà máy nước, trạm cấp nước và các công ty, xí nghiệp, các đơn vị sản xuất kinh doanh có công suất khai thác 200m³/ngày/công trình, trong đó lượng khai thác lớn nhất chủ yếu từ các nhà máy, trạm cấp

ĐỊA KỸ THUẬT - TRẮC ĐỊA

nước. Hiện tại trên toàn bộ thành phố Hà Nội có 24 nhà máy, trạm cấp nước với tổng số 449 công trình khai thác [4],[7],[8],[9].

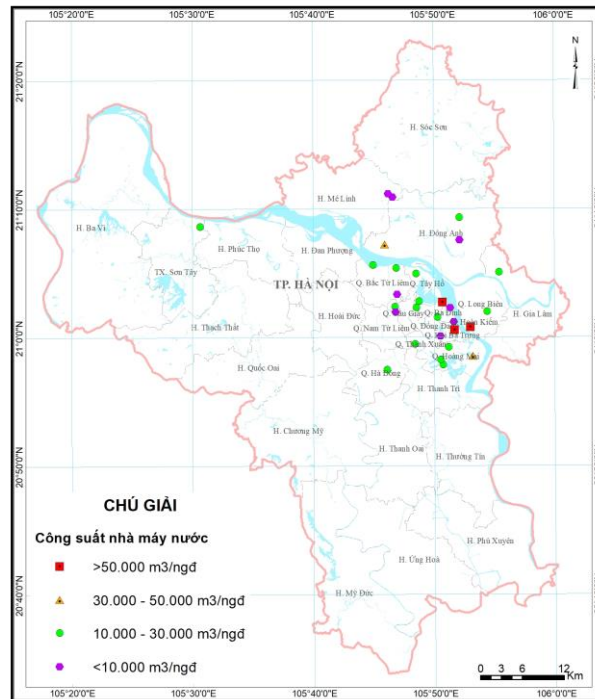
Khai thác nước dưới đất tập trung diễn ra tại 28 quận huyện (trừ Đan Phượng và Hoài Đức) với tổng lưu lượng khai thác là 787.015 m³/ngày. Ngoài ra còn một số giếng khai thác nước đơn lẻ và một số giếng khai thác tự phát của người dân.

Kết quả khai thác nước quá mức dần dần hình thành và phát triển các phễu hạ thấp mực nước tại các trung tâm khai thác. Các phễu có chiều sâu từ 20-30m và đường kính 2-3km, đôi khi chúng giao thoa với nhau tạo thành các hình thủy đẳng áp phức tạp (hình 3 và 4). Hậu quả của chúng gây ra lún mặt đất, lún nứt các công trình và tạo ra ma sát âm lên cọc [3],[5],[6].



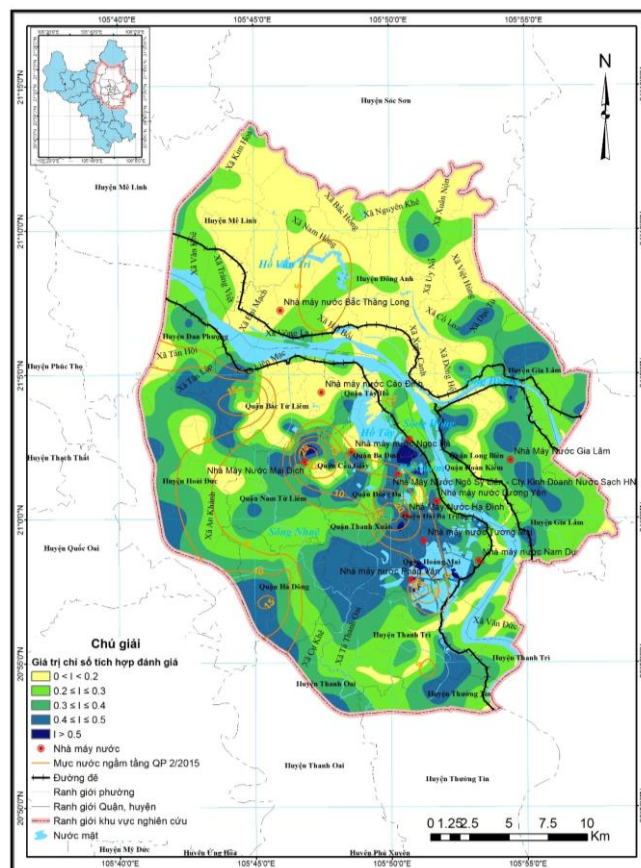
Hình 3. Bản đồ thủy đẳng áp tầng chứa nước Pleistocen [5]

Nhận xét: Bản đồ này chỉ ra các trung tâm phễu hạ thấp mực nước, còn các đường đẳng áp và cao độ mực nước dưới đất phủ toàn diện tích nghiên cứu. Dựa vào bản đồ này và bản đồ địa hình để xác định trị số tải trọng do hạ thấp mực nước ngầm gây ra trong nền đất phục vụ cho tính lún.



Hình 4. Sơ đồ vị trí các nhà máy, trạm cấp nước tập trung trên địa bàn Hà Nội [3]

Nhận xét: Bản đồ này chỉ ra các nguồn chính gây ra sự hạ thấp mực nước.



Hình 5. Bản đồ phân vùng đánh giá mức độ lún mặt đất khu vực đô thị trung tâm TP. Hà Nội do khai thác nước ngầm [3]

5. Phân tích đánh giá ma sát âm khu vực đô thị trung tâm thành phố Hà Nội

Trong bài báo này chúng tôi thừa nhận điều kiện phát sinh và ảnh hưởng của ma sát âm nêu trong

mục 2 nhưng không đi vào tính toán ma sát âm cho một kết cấu và loại cọc cụ thể, mà chỉ tính giá trị cường độ ma sát âm cho cọc có chu vi tiết diện ngang là 1m tương ứng với vị trí hạ thấp mực nước ngầm và chiều dày lớp đất yếu tại đó.

ĐỊA KỸ THUẬT - TRẮC ĐỊA

a. Cơ sở tính toán cường độ ma sát âm

Theo phương pháp tính toán của Nga СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты (Изменение № 3), mục 7.2.5, ngoài các yếu tố về đất nền, cường độ ma sát âm còn phụ thuộc vào tải trọng gây lún đất nền. Khi trong phạm vi chiều dài cọc chịu ma sát âm có lớp than bùn với bề dày trên 30 cm thì ma sát âm tính toán như sau:

- Khi tăng tải trọng do hạ thấp mực nước ngầm tương đương với tải trọng do 2m đất đắp thì không cần tính đến ma sát âm, có nghĩa là áp lực hữu hiệu của nền đất gia tăng do hạ thấp mực nước ngầm bằng trọng lượng do 2m đất đắp gây ra; nếu ta cho khối lượng thể tích đất đắp $\gamma_d = 1.80T/m^3$, $\gamma_n = 1T/m^3$ thì chiều sâu hạ thấp mực nước ngầm cần đạt được

$$h = \frac{\gamma_d \times 2m}{\gamma_n} = \frac{1.80 \times 2m}{1} = 3.60m, \text{ ma sát trong}$$

lớp đất đắp và lớp than bùn lấy bằng 0, còn ma sát bên ở các lớp đất khác có trị số dương và được xác định bằng cách tra bảng của tiêu chuẩn (xem TCVN 10304: 2014, mục 7.2.2);

- Khi tải trọng do hạ mực nước ngầm tương đương tải của 2-5 m đất đắp, lấy ma sát bên của than bùn bằng $-0.5T/m^2$ còn các lớp đất khác (bao gồm cả đất đắp) lấy bằng 40% trị số cho trong bảng nêu trên với dấu âm;

- Khi tải trọng do hạ mực nước ngầm tương đương tải của trên 5 m đất đắp, lấy ma sát bên của than bùn bằng $-0.5T/m^2$. Đối với các lớp đất khác (bao gồm cả đất đắp) lấy bằng trị số cho trong bảng nêu trên với dấu âm;

Trong phạm vi khu vực đô thị trung tâm TP. Hà Nội do chiều sâu hạ mực nước ngầm lớn (vượt quá tải của 5m đất đắp) nên giá trị ma sát âm sẽ lấy 100% trị số cho trong bảng.

Chiều sâu có thể xuất hiện ma sát âm được xác định trong khoảng từ mặt đất đến độ sâu trung hoà z_1 - độ sâu ở đó tốc độ lún của cọc và của đất nền xung quanh là bằng nhau [2]. Trong phạm vi đô thị trung tâm TP. Hà Nội độ sâu trung hoà có thể tạm tính là chiều sâu phân bố của lớp sét-sét pha tầng Vĩnh Phúc trong các mặt cắt ĐCCT – ĐCTV.

b. Kết quả tính toán

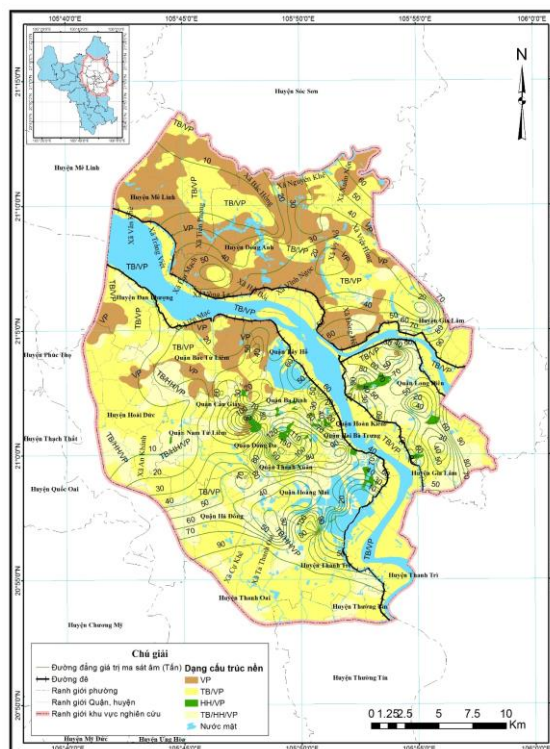
- Lưới cơ sở xây dựng để tính toán cường độ ma sát âm cho khu vực là lưới đã sử dụng để đánh giá dự báo lún mặt đất có kích thước 200m x 200m. Cường độ ma sát âm F tại mỗi điểm nút của lưới tính toán được tính cho cây cọc có chu vi tiết diện ngang 1m và bằng:

$$F = \sum f_i \times m_i \quad (1)$$

trong đó: f_i (tấn/m²) - ma sát âm tính cho lớp đất thứ i (tra bảng);

m_i (m) - chiều dày của lớp đất thứ i.

Kết quả tính toán được đưa lên bản đồ tỷ lệ 1: 25,000 dưới dạng các đường đẳng giá trị ma sát âm (hình 6).



Hình 6. Bản đồ ma sát âm khu vực đô thị trung tâm TP. Hà Nội do khai thác nước ngầm [3]

Kết luận

Kết quả nghiên cứu đã trình bày được một sơ đồ chung về quy luật, diễn biến của ma sát âm phụ thuộc chủ yếu vào chiều dày lớp đất yếu và sự hạ thấp mực nước ngầm. Trong đó, lớp đất yếu Hải Hưng có bề dày lớn nhất có ý nghĩa quyết định đến cường độ ma sát âm. Các phễu hạ thấp mực nước tập trung lớn nhất ở Hạ Đình, Yên Phụ và Mai Dịch làm giảm áp lực nước lỗ rỗng, tăng ứng suất hiệu quả gây ra sụt lún dẫn đến ma sát âm.

Tính quy luật của nó được thể hiện rõ, sự hạ thấp mực nước lớn, chiều dày lớp đất yếu dày thì độ lún lớn nhất, thể hiện ở các quận Đống Đa, Cầu Giấy, Hoàng Mai và huyện Thanh Trì.

Bản đồ này có thể sử dụng phục vụ cho công tác quy hoạch xây dựng và sử dụng cho công tác khai thác không gian ngầm, cho tính toán sức chịu tải của cọc cho móng cọc là bê tông cốt thép.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Nhật Dũng, Trần Văn Hoàng và Nguyễn Văn Hùng (2000). Báo cáo dự án điều tra cơ bản và môi trường: “Điều tra đánh giá, dự báo biến dạng lún bề mặt đất khu vực Hà Nội do thay đổi mực nước ngầm. Xác lập cơ sở hoàn thiện hệ thống các trạm quan trắc biến dạng lún của thành phố Hà Nội”. *Viện kỹ thuật Xây dựng, Sở Xây dựng Hà Nội*.
2. Trần Mạnh Liễu (chủ trì) (2006). Báo cáo tổng kết đề tài: “Đánh giá, dự báo trạng thái địa kỹ thuật môi trường đô thị và kiến nghị các giải pháp phòng ngừa tai biến, ô nhiễm môi trường địa chất một số khu đô thị Hà Nội”. Mã số: RD 20-01.
3. Trần Mạnh Liễu (chủ trì) (2016). Báo cáo tổng kết đề tài: “Chuẩn hóa các kết quả nghiên cứu về địa kỹ thuật

– môi trường thành phố Hà Nội phục vụ công tác quản lý tài nguyên, quy hoạch, xây dựng và sử dụng đất hiệu quả, bền vững”. Mã số: 01C-04/01-2016-3.

4. Phạm Quý Nhân (2014). Đề tài NCKH cấp thành phố Hà Nội “Nghiên cứu đánh giá tiềm năng tài nguyên nước dưới đất khu vực Hà Nội, khả năng suy thoái trữ lượng và chất lượng nước, xây dựng định hướng chiến lược khai thác hợp lý bảo vệ môi trường phục vụ cho phát triển bền vững Thủ đô”, mã số 01C- 04/ 09- 2008- 2.
5. Nguyễn Huy Phương (chủ trì) (2004). Báo cáo tổng kết đề tài NCKH thành phố Hà Nội: “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”. *Trường ĐH Mỏ - Địa chất, Hà Nội*. Mã số: TC-ĐT/06-02-3.
6. Đoàn Thế Tường (chủ trì) (1999). Báo cáo tổng kết đề tài “Dự báo khả năng lún bề mặt đất do hạ thấp mực nước ngầm”, mã số RD 9505. Hà Nội.
7. Viện KHKT Xây dựng Hà Nội (2005). Báo cáo tổng hợp kết quả quan trắc lún các mốc chuẩn M1, M2, M3, M4 ở các trạm đo lún Ngọc Hà, Pháp Vân, Thành Công, Lương Yên, Hạ Đình, Mai Dịch, Ngô Sỹ Liên, Tương Mai từ năm 1994 - 2004.
8. Viện KHCN Xây dựng (2000). Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu đánh giá sụt lún bề mặt đất Hà Nội do khai thác nước dưới đất”. Hà Nội.
9. Viện KHKT Xây dựng Hà Nội, (1998, 2003). Hồ sơ kỹ thuật của 8 trạm đo lún Tây Nam Hà Nội.
10. Poulos, H. G. & Davis, E.H. (1980), Pile Foundation Analysis and Design, *John Wiley and sons*.

Ngày nhận bài: 26/11/2019.

Ngày nhận bài sửa lần cuối: 05/12/2019.