

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

NGUYỄN VĂN VŨ

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ VÀ DỰ BÁO TAI BIẾN
ĐỊA CHẤT - ĐỊA KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG ĐÔ THỊ,
ÁP DỤNG CHO THÀNH PHỐ HÀ NỘI

Chuyên ngành: Địa chất học

Mã số: 9440201.01

DỰ THẢO TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ ĐỊA CHẤT HỌC

Hà Nội - 2020

Công trình được hoàn thành tại: Trường đại học Khoa học Tự nhiên
– Đại học Quốc gia Hà Nội.

Người hướng dẫn khoa học: PGS.TSKH Trần Mạnh Liễu
PGS.TS Nguyễn Huy Phương

Phản biện:

Phản biện:

Phản biện:

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng cấp Đại học Quốc gia
chấm luận án tiến sĩ họp tại

vào hồi giờ ngày tháng năm 2020

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Quốc gia Việt Nam

- Trung tâm Thông tin - Thư viện, Đại học Quốc gia Hà Nội

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Trong lịch sử phát triển của loài người, sự ra đời và phát triển các đô thị với quy mô lớn, đặc điểm kiến trúc và mức độ hiện đại khác nhau. Chúng đã tác động vào môi trường địa chất (MTĐC gây) ra nhiều hậu quả đến môi trường sinh thái và cuộc sống bình yên của con người.

Tai biến Địa chất – Địa kỹ thuật môi trường (ĐC – ĐKTMT) đô thị là các quá trình và hiện tượng xuất hiện trong phụ hệ thống MTĐC hoặc phụ hệ thống kỹ thuật (HKT) đô thị do hoạt động tương tác giữa các hợp phần trong hệ thống Địa – Kỹ thuật (hệ thống tương tác giữa phụ hệ thống kỹ thuật đô thị với MTĐC) và giữa các hợp phần của hệ thống Địa – Kỹ thuật (ĐKT) với môi trường xung quanh, có thể đe dọa trạng thái hoạt động bình thường của hệ thống ĐKT đô thị hoặc con người, môi trường sống và môi trường xung quanh.

Hà Nội trải qua nhiều giai đoạn phát triển, hoạt động của hệ thống Địa – Kỹ thuật đô thị có nguy cơ phát sinh và phát triển các tai biến ĐC - ĐKTMT đô thị như động đất, nứt đất, lún mặt đất, sụt lún karst, cát chảy, xói ngầm, hóa lỏng, úng ngập, lún – nứt phá hủy công trình, ăn mòn điện hóa công trình, ô nhiễm môi trường, ...vv.

Các tai biến kể trên cần được nghiên cứu, đánh giá dự báo, hạn chế các tác hại của chúng đến sự phát triển bền vững thủ đô.

Đó là lý do NCS chọn đề tài luận án : **“Nghiên cứu đánh giá và dự báo tai biến địa chất – địa kỹ thuật môi trường đô thị, áp dụng cho thành phố Hà Nội”**.

2. Mục tiêu nghiên cứu

Nghiên cứu cơ sở lý thuyết và phương pháp đánh giá, dự báo tai biến ĐC - ĐKTMT đô thị, áp dụng cho thành phố Hà Nội.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

3.1. Đối tượng nghiên cứu:

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là hệ thống Địa - Kỹ thuật đô thị Hà Nội (hệ thống tương tác giữa hạ tầng đô thị với MTĐC), cấu trúc, tính chất, hoạt động của hệ thống và các tai biến ĐC - ĐKTMT tương ứng liên quan.

3.2. Phạm vi nghiên cứu:

- Theo không gian: Phạm vi hành chính Hà Nội mới theo Quyết định số 1259/QĐ-TTg ngày 26 tháng 7 năm 2011.

- Chiều sâu nghiên cứu:

+ Vùng trầm tích Đệ tứ, chiều sâu nghiên cứu đến hết tầng cuội sỏi (khoảng 50-60m).

+ Vùng đồi núi, chiều sâu nghiên cứu hết tầng phong hóa (khoảng 20-30m).

+ Các vùng ven rìa có điều kiện ĐKTMT đặc biệt (Karst), chiều sâu nghiên cứu là chiều sâu phát triển tai biến (khoảng 60-70m).

- Giới hạn nghiên cứu:

Tập trung nghiên cứu các tai biến do xây dựng công trình trên mặt, công

trình ngầm, khai thác nước dưới đất, tai biến ngoại sinh. Hạn chế không nghiên cứu một số tai biến do đã có đề tài khác đang thực hiện như nghiên cứu bồi tụ, xói lở bờ sông, các hiện tượng biến dạng thềm bao gồm xói ngầm, cát chảy, phá hủy nền đê. Đề tài cũng không nghiên cứu tai biến liên quan đến động đất và tác động của các tải trọng động.

4. Nội dung nghiên cứu

- Nghiên cứu cơ sở lý thuyết hệ thống địa - kỹ thuật đô thị, bao gồm cấu trúc, tính chất, hoạt động và trạng thái của hệ thống, các tai biến ĐKTMT;
- Nghiên cứu xây dựng phương pháp luận và lựa chọn phương pháp đánh giá và dự báo tai biến ĐC - ĐKTMT đô thị;
- Nghiên cứu phân tích các đặc điểm ĐCCT địa hệ và cấu trúc nền địa chất thành phố Hà Nội;
- Nghiên cứu tác động từ hệ thống kỹ thuật đến MTĐC và đặc điểm tương tác của hệ thống Địa - Kỹ thuật thành phố Hà Nội;
- Đánh giá và dự báo tai biến ĐC - ĐKTMT thành phố Hà Nội.

5. Cách tiếp cận nghiên cứu

- Tiếp cận hệ thống: Tiếp cận vấn đề nghiên cứu theo quan điểm hệ thống với khái niệm hệ thống ĐKT đô thị.
- Tiếp cận môi trường sinh thái và phát triển bền vững: Đô thị được coi như một hệ sinh thái cao cấp, hệ sinh thái này phải đảm bảo tính bền vững trong mọi điều kiện hoạt động.
- Tiếp cận tổng hợp (kê thừa - phát triển - áp dụng): Kế thừa các tiêu chuẩn, quy chuẩn, những hướng dẫn kỹ thuật, những kết quả nghiên cứu cơ bản có liên quan (trong và ngoài nước).

6. Phương pháp nghiên cứu

Để giải quyết các mục tiêu và nội dung nghiên cứu nêu trên, đề tài sử dụng tổng hợp các phương pháp nghiên cứu sau đây:

- Phương pháp thu thập, phân tích và hệ thống hóa dữ liệu;
- Phương pháp phân tích ảnh viễn thám;
- Phương pháp điều tra, thị sát hiện trường;
- Phương pháp GIS và bản đồ;
- Phương pháp mô hình và tính toán.

7. Luận điểm bảo vệ

Để đi tới mục tiêu đặt ra, các kết quả nghiên cứu của đề tài luận án cho phép đưa ra hai luận điểm bảo vệ:

1. MTĐC đô thị Hà Nội ở tỷ lệ 1:50.000 được phân chia theo 2 vùng ĐCCT, 5 kiểu cấu trúc nền và 18 phụ kiểu thuộc trầm tích Đệ tứ, 5 kiểu cấu trúc nền đá cứng theo các tiêu chí tương ứng phân chia cấp bậc hệ thống, chúng được thể hiện trên bản đồ phân chia cấu trúc nền thành phố Hà Nội phục vụ cho đánh giá tính nhạy cảm của MTĐC với các tác động từ hệ thống kỹ thuật đô thị và MTXQ.

2. Các tai biến ĐC - ĐKTMT thành phố Hà Nội phát sinh do tương tác giữa phụ hệ thống kỹ thuật đô thị với MTĐC và MTXQ, phát triển theo quy luật

phân bố không gian và thời gian được phản ánh trên các bản đồ phân bố tại biển ĐC – ĐKTMT thành phố Hà Nội, bao gồm: Sụt lún mặt đất do các nguyên nhân san lấp nền, tải trọng công trình, khai thác nước dưới đất; các tai biến liên quan đến xây dựng công trình ngầm; hiện tượng ma sát âm; Karst.

8. Những điểm mới khoa học

- Tai biến ĐC – ĐKTMT, phân vùng cấu trúc nền địa chất cũng như các tác động từ HTKT đô thị và MTXQ đến MTĐC được nghiên cứu đánh giá và hệ thống hóa trên cơ sở của lý thuyết hệ thống.

- Bản đồ phân vùng cấu trúc nền thành phố Hà Nội tỷ lệ 1:50.000 lần đầu tiên được thành lập, là cơ sở tốt cho những nghiên cứu đánh giá tai biến ĐC – ĐKTMT phục vụ phát triển bền vững đô thị.

- Các tai biến ĐC – ĐKTMT thành phố Hà Nội đã được luận án nghiên cứu, trong đó đi sâu đánh giá, dự báo lún mặt đất do tải trọng san lấp, tải trọng từ các công trình bề mặt, do khai thác nước ngầm và kết quả đã được thể hiện trên các bản đồ, là cơ sở tốt cho công tác quy hoạch xây dựng, phòng chống tai biến và khai thác sử dụng hợp lý MTĐC đô thị.

9. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án

1. Về ý nghĩa khoa học:

Đề tài góp phần bổ sung về cơ sở lý thuyết và phương pháp luận cho một hướng nghiên cứu mới “Địa kỹ thuật môi trường” ở Việt Nam.

2. Về ý nghĩa thực tiễn:

Kết quả của đề tài là tài liệu khoa học làm cơ sở cho các cơ quan hữu quan triển khai các công tác khảo sát, quy hoạch, thiết kế xây dựng lồng ghép với phòng tránh tai biến và bảo vệ môi trường, phát triển bền vững, cũng như chiến lược quản lý và khai thác tài nguyên hiệu quả trên địa bàn Hà Nội.

10. Cơ sở tài liệu

- Các bản đồ và tài liệu về Địa chất tại Trung tâm Thông tin Lưu trữ và Tạp chí Địa chất, Liên đoàn Bản đồ Địa chất Miền Bắc, Liên đoàn Bản đồ Địa chất và Khoáng sản Biển;

- Tài liệu quan trắc hạ thấp mực nước tại Trung tâm Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước Quốc gia (số liệu 2005-7/2017);

- Tài liệu khảo sát địa chất công trình tại Công ty CP KS Địa chất và Xử lý Nền móng Công trình, Công ty CP Đầu tư và Hạ tầng Bắc Việt, Trung tâm Nghiên cứu Địa kỹ thuật – Trường Đại học Mở Địa chất,...;

- Nguồn tài liệu quan trọng khác là kết quả triển khai nghiên cứu của đề tài trọng điểm thành phố Hà Nội mã số: 01C-04/01-2016-3 do PGS.TSKH Trần Mạnh Liễu chủ trì mà tác giả là thành viên trực tiếp tham gia;

- Ngoài ra luận án kế thừa toàn bộ các tài liệu đã nghiên cứu.

11. Cấu trúc luận án

Nội dung luận án được cấu trúc như sau:

Mở đầu

Chương 1: Cơ sở khoa học nghiên cứu đánh giá, dự báo tai biến ĐC – ĐKTMT đô thị

Chương 2: Hệ thống Địa – kỹ thuật đô thị Hà Nội
Chương 3: Đánh giá, dự báo tai biến Địa chất – Địa kỹ thuật môi trường
thành phố Hà Nội
Kết luận và kiến nghị
Danh mục tài liệu tham khảo
Phụ lục

CHƯƠNG 1: CƠ SỞ KHOA HỌC NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ, DỰ BÁO TAI BIẾN ĐC – ĐKTMT ĐÔ THỊ

**1.1. TỔNG QUAN VỀ QUÁ TRÌNH ĐÔ THỊ HÓA, TÁC ĐỘNG CỦA
CON NGƯỜI TỪ CÁC HOẠT ĐỘNG KINH TẾ - XÂY DỰNG ĐẾN
MÔI TRƯỜNG ĐỊA CHẤT.**

1.1.1. Tổng quan về lịch sử đô thị hóa

Trong lịch sử phát triển thế giới, sau các cuộc cách mạng công nghiệp, loài người đã xây dựng ở at nhiều thành phố lớn. Hoạt động kỹ thuật đã tác động sâu sắc và toàn diện đến MTĐC ở mức độ khác nhau phụ thuộc vào kỹ thuật, công nghệ, trình độ sản xuất, quy mô của kinh tế và công nghiệp.

Chi từ nửa sau của Thế kỷ 20, nhân loại mới nghĩ đến sự cần thiết phải đổi mới một cách cơ bản trong tư duy, trong hành động, để tiến đến mục tiêu phát triển bền vững.

Các dấu mốc lớn như là các cuộc hội nghị về môi trường: Hội nghị tại Stockholm – Thụy Điển (1972), tại Rio de Janeiro – Brazil (1992), tại Nam Phi (2002), tại Tokyo (1997), tại Nairobi - Kenya (2019)...., gần 200 Quốc gia đã đưa ra các nghị định, các chương trình về môi trường toàn cầu, bảo vệ môi trường và phát triển bền vững. Ngoài ra, còn nhiều Hội nghị về biến đổi khí hậu và môi trường thuộc các khu vực và Quốc gia khác nhau nhằm ứng phó với các tai biến.

Cũng chính từ đó các ngành khoa học có liên quan đã nhanh chóng cấu trúc lại các nhiệm vụ của mình, lồng ghép với các vấn đề sinh thái, môi trường, tài nguyên và xuất hiện nhiều hướng khoa học mới, trong đó có Địa kỹ thuật - môi trường (ĐKTMT).

1.1.2. Tổng quan về tình hình nghiên cứu tai biến ĐC - ĐKTMT

1.1.2.1 Các nghiên cứu trên thế giới

Theo dự báo của Liên Hợp Quốc năm 1996, vào đầu thế kỷ XXI, một nửa dân số thế giới sẽ sống và làm việc ở khu vực thành thị. Cũng theo dự đoán, tỷ lệ người dân thành thị sẽ tiếp tục tăng trong thời gian thế kỷ XXI (United Nations Centre for Human Settlements, 1996).

Các tai biến ĐC – ĐKTMT đô thị rất đa dạng và đã được nghiên cứu ở nhiều Quốc gia khác nhau. Có thể lấy ví dụ sau:

- Nghiên cứu trượt lở: Được phát triển mạnh trên toàn thế giới, đặc biệt là các nước lớn như Nga, Mỹ, Trung Quốc, Pháp, Đức, Anh, Nhật Bản, Thụy Điển, Hàn Quốc, Hồng Kong,... Một số nhà khoa học có đóng góp lớn cho

ngiên cứu trượt như F. P. Xavarensky (1935), I. V. Popov (1946), N. N. Maxlov (1955), E. C. Emelianova (1972) V. D. Lomtadze (1979); K.Terzaghi (1950), Taylor, Varnet (1978).

- Nghiên cứu sụt lún mặt đất do khai thác nước ngầm: Nghiên cứu này được tiến hành ở nhiều nước trên thế giới như Mỹ, Italia, Nga, Trung Quốc, Mexico, Nhật, Thái Lan, New Zealand,...

Ngoài ra còn nhiều dạng tai biến khác nhau như động đất, núi lửa, dòng lũ bùn đá, băng tan, thảm họa cháy rừng, bão lụt, ô nhiễm môi trường,... đều được nghiên cứu ở nhiều Quốc gia khác nhau và có nhiều chương trình nghiên cứu ở cấp Quốc tế.

1.1.2.2. Nghiên cứu ở Việt Nam

Nghiên cứu chung về ĐKMT mang tính lý thuyết đều được dịch ra từ các nguồn tài liệu của các tác giả, các hội nghị Quốc tế như của Trần Mạnh Liễu, Tổng Duy Thanh, Mai Trọng Nhuận,...

Nhiều đề tài, chương trình nghiên cứu chuyên sâu về các lĩnh vực khác nhau như về đất yếu, trượt sạt lở, xói mòn, xói lở bờ sông, bờ biển, sụt lún mặt đất, phá hủy bờ mỏ, ô nhiễm môi trường đã được nghiên cứu bởi nhiều tác giả khác nhau như Phạm Văn Ty, Nguyễn Thanh, Nguyễn Huy Phương, Trần Mạnh Liễu, Đoàn Thế Tường, Đỗ Minh Đức, Tạ Đức Thịnh, Đào Văn Thịnh, Lê Trọng Thắng, Trần Nhật Dũng, Nguyễn Quốc Thành,...

1.2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT HỆ THỐNG ĐỊA – KỸ THUẬT

1.2.1. Địa hệ kỹ thuật – tự nhiên và Hệ thống Địa – Kỹ thuật

- **Địa hệ kỹ thuật – tự nhiên** là tổ hợp có tổ chức và liên hệ hữu cơ giữa các hợp phần của MTĐC - HKT với một phần của các quyển bao quanh (khí quyển, thủy quyển, sinh quyển và phần sâu thạch quyển) nằm trong vùng hoạt động tương tác được xem xét như một hệ thống thống nhất [23, 100].

- Hệ thống Địa – Kỹ thuật (ĐKT)

Hệ thống tương tác giữa các yếu tố của MTĐC với các yếu tố của phụ hệ thống kỹ thuật được gọi là hệ thống Địa – kỹ thuật. Như vậy, hệ thống Địa – kỹ thuật là phụ hệ thống của Địa hệ kỹ thuật - tự nhiên.

- Quyển kỹ thuật trái đất và phần trên của thạch quyển (MTĐC) trong vùng tương tác được xem như hệ thống Địa - kỹ thuật ở bậc cao nhất (bậc toàn cầu), còn hệ thống Địa - kỹ thuật đô thị, hệ thống Địa - kỹ thuật các công trình thủy lợi – thủy điện, các khu công nghiệp, vv.. thuộc phạm trù hệ thống Địa - kỹ thuật cấp địa phương. Hệ thống Địa - kỹ thuật cấp nhỏ nhất (cấp đơn vị) là hệ thống tương tác của một công trình độc lập với MTĐC trong vùng ảnh hưởng.

- **Cấu trúc của hệ thống Địa – Kỹ thuật:** Cấu trúc của hệ thống là tập hợp các mối quan hệ và liên kết giữa các phụ hệ thống, có đặc tính thời gian và không gian. Đặc tính không gian phản ánh trình tự sắp xếp có quy luật thứ bậc các phụ hệ thống trong hệ thống đó. Đặc tính về thời gian đặc trưng bằng sự thay đổi trạng thái theo thời gian tức là sự vận động của hệ thống

- Tính chất của hệ thống Địa – Kỹ thuật:

Hệ thống Địa – Kỹ thuật có tính chất điều chỉnh được, tính chất động, tính chất mở, tính chất tổ chức, tính chất tự tổ chức, tính chất thích ứng.

- Hoạt động của hệ thống Địa – Kỹ thuật và tai biến tương ứng

Hoạt động của hệ thống quyết định bởi sự tương tác giữa các yếu tố của hệ thống với nhau và giữa các yếu tố của hệ thống với các yếu tố của MTXQ, làm phát sinh các quá trình và tai biến tương ứng.

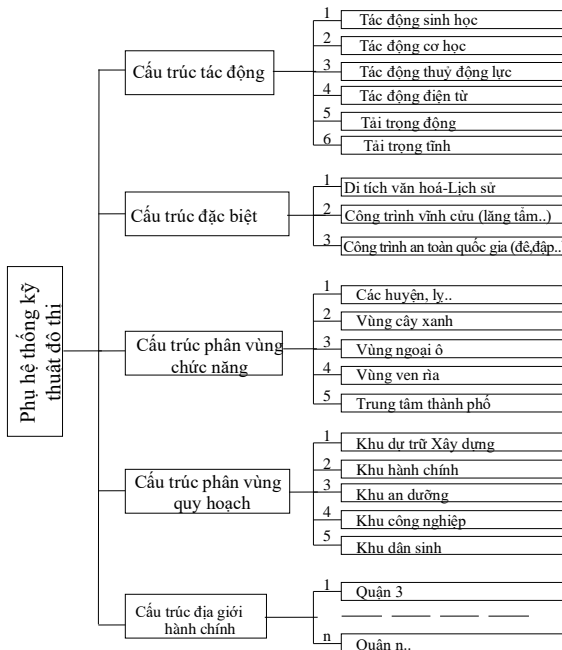
1.2.2. Hệ thống Địa - Kỹ thuật đô thị

Đối với hệ thống ĐKT đô thị thì phân chia cấu trúc hệ thống bắt đầu từ việc phân chia các phụ hệ cấp 1 bao gồm: Phụ hệ thống MTĐC và phụ hệ thống kỹ thuật (HKT) đô thị.

1.2.2.1. Phụ hệ thống kỹ thuật đô thị

Toàn bộ các hoạt động xây dựng, khai thác kinh tế lãnh thổ trong phạm vi đô thị với kỹ thuật công nghệ khác nhau đều tác động vào MTĐC được gọi là phụ hệ thống kỹ thuật đô thị.

Phụ hệ thống kỹ thuật đô thị được phân chia ở cấp bậc phân chia thứ 2 theo cấu trúc nội dung như (hình 1.3)



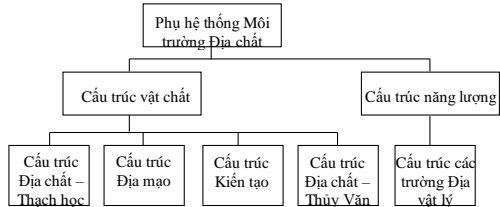
Hình 1.3. Cấu trúc của phụ hệ thống kỹ thuật đô thị

1.2.2.2. Phụ hệ thống MTĐC đô thị

MTĐC là đối tượng nghiên cứu của nhiều lĩnh vực khoa học địa chất khác nhau, cho nên hình thành nhiều khái niệm và định nghĩa về MTĐC.

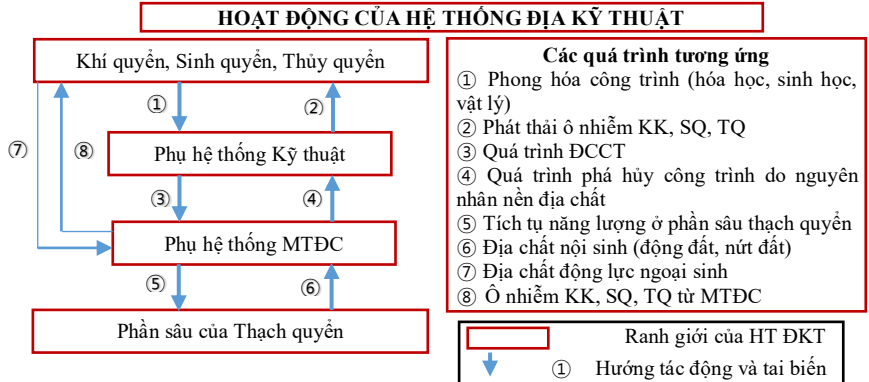
Môi trường địa chất là phần trên của thạch quyển có tác động tương hỗ với khí quyển, sinh quyển, thủy quyển và quyển kỹ thuật.

Từ góc độ nghiên cứu về vận động của hệ thống ĐKT đô thị, MTĐC có thể phân chia thành 2 đối tượng nghiên cứu khác nhau là năng lượng và vật chất (hình 1.4).



Hình 1.4. Các yếu tố cơ bản của phụ hệ thống Môi trường địa chất
1.2.2.3. Hoạt động của hệ thống ĐKT đô thị và tai biến ĐC - ĐKTMT

- Hoạt động của HTĐKT đô thị được quyết định chủ yếu bởi quá trình tương tác giữa các yếu tố của hệ thống ĐKT với MTXQ và giữa các yếu tố trong hệ thống ĐKT.



Hình 1.5 Sơ đồ hoạt động của hệ thống ĐKT

- Tai biến ĐC – ĐKTMT là các quá trình và hiện tượng xuất hiện trong phụ hệ thống MTĐC hoặc phụ hệ thống kỹ thuật đô thị do hoạt động tương tác giữa các hợp phần trong hệ thống ĐKT và giữa các hợp phần của hệ thống ĐKT với MTXQ, có thể đe dọa trạng thái hoạt động bình thường của hệ thống ĐKT đô thị hoặc con người, môi trường sống và MTXQ.

1.2.2.4. Những vấn đề ĐKTMT đô thị

Những vấn đề ĐKTMT đô thị là các quá trình động lực trong MTĐC và trong hệ thống kỹ thuật đô thị, đe dọa ổn định hệ thống ĐKT đô thị. Trong phạm vi hệ thống ĐKT đô thị, các vấn đề ĐKTMT chủ yếu phát sinh do tác động từ hệ thống kỹ thuật đô thị đến MTĐC.

1.3. CƠ SỞ ĐÁNH GIÁ CÁC TAI BIẾN ĐC - ĐKTMT LIÊN QUAN ĐẾN XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH TRÊN MẶT VÀ KHAI THÁC NƯỚC NGẦM

1.3.1. Đánh giá, dự báo sụt lún mặt đất do tác động san lấp nền và xây dựng công trình bề mặt

1.3.1.1. Dự báo độ lún cuối cùng

Cơ sở dự báo lún theo nguyên lý cơ học đất: Độ lún nền bằng tổng độ lún các thành phần của quá trình lún (lún tức thời, lún cố kết, lún theo thời gian).

Mô hình tính toán: $S = S_i + S_c + S_s$ (1.1)

Trong đó: S_i - độ lún tức thời; S_c - độ lún cố kết thắm; S_s - độ lún từ biến. Độ lún cố kết thắm S_c thường có giá trị lớn nhất, đặc biệt là đất yếu, được tính theo công thức tương ứng các điều kiện sau:

- Nếu $\sigma'_{voi} < P_{ci} < \sigma'_{voi} + \sigma_z$ thì:

$$S_c = \sum_{i=1}^n \left[\frac{C_{ri}}{1 + e_{oi}} \lg \frac{P_{ci}}{\sigma'_{vo}} + \frac{C_{ci}}{1 + e_o} \lg \frac{\sigma_z + \sigma'_{voi}}{P_{ci}} \right] h_i \quad (1.2)$$

- Nếu $P_{ci} < \sigma'_{voi}$ thì:

$$S_c = \sum_{i=1}^n \left[\frac{C_{ci}}{1 + e_{oi}} \lg \frac{\sigma_{zi} + \sigma'_{voi}}{\sigma'_{voi}} \right] h_i \quad (1.3)$$

- Nếu $P_{ci} > \sigma'_{voi} + \sigma_{zi}$ thì:

$$S_c = \sum_{i=1}^n \left[\frac{C_{ri}}{1 + e_{oi}} \lg \frac{\sigma_{zi} + \sigma'_{voi}}{\sigma'_{voi}} \right] h_i \quad (1.4)$$

1.3.1.2. Dự báo lún theo thời gian của nền đất Hà Nội dưới các hoạt động xây dựng khác nhau

a. Dự báo lún theo thời gian do san lấp nền (thời gian ổn định lún, t_{95}):

Tính toán theo sơ đồ ‘0’, tức là tải trọng phân bố đều vô hạn nên ứng suất không đổi theo chiều sâu, vì vậy biểu đồ ứng suất có dạng hình chữ nhật.

b. Dự báo lún theo thời gian do tải trọng công trình (thời gian ổn định lún, t_{95})

Tính toán theo sơ đồ ‘2’, tức là tải trọng phân bố tập trung, ứng suất giảm dần theo chiều sâu, phụ thuộc vào hệ số suy giảm ứng suất k_0 .

1.3.2. Đánh giá, dự báo sụt lún mặt đất do khai thác nước ngầm

1.3.2.1 Dự báo độ lún cuối cùng

Dựa theo nguyên lý ứng suất hữu hiệu của K.Terzaghi được thể hiện qua các công thức:

$$\sigma = \sigma' + u = \text{const} \quad (1.9)$$

Trong đó: u là ứng suất trung tính; σ' là ứng suất hữu hiệu:

$$\sigma' = \sigma - u \quad (1.10)$$

Khi khai thác NDĐ, ứng suất tổng σ không thay đổi, áp lực lỗ rỗng u bị tiêu tán do giảm áp lực của tầng chứa nước, và nó chuyển hóa cho cốt đất chịu, nghĩa là áp lực hữu hiệu tăng lên. $\Delta\sigma' = -\Delta u$.

1.3.2.2. Dự báo lún theo thời gian do khai thác nước ngầm (thời gian ổn định lún, t95).

Tính toán theo sơ đồ ‘‘0’’.

1.3.3. Phá hủy công trình và ngập lụt thành phố do lún nền địa chất

Cơ sở để đánh giá: Dựa vào đặc điểm của nền đất yếu và tính chất biến dạng của chúng để khẳng định độ lún của nền đất vượt quá độ lún cho phép của công trình và gây hạ thấp địa hình so với xung quanh.

1.3.4. Đánh giá hiện tượng ma sát âm của cọc bê tông cốt thép do lún nền địa chất

Hiện tượng ma sát âm xảy ra theo điều kiện của Zeevaert (1972). 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.

Tính toán đánh giá ma sát âm theo tiêu chuẩn Nga СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты (Изменение № 3), mục 7.2.5

1.4. CƠ SỞ ĐÁNH GIÁ TẠI BIỂN ĐC - ĐKTMT LIÊN QUAN ĐẾN XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẦM

1.4.1. Tại biển ĐC - ĐKTMT trong thi công móng cọc khoan nhồi và cọc barrette cho nhà cao tầng

Các tai biến chủ yếu do chất lượng thi công đáy cọc không đảm bảo làm giảm sức chịu tải của cọc, gây lún nứt các công trình lân cận, gây ô nhiễm nguồn nước ngầm, giảm lưu lượng thấm qua khu vực có cọc.

1.4.2. Tai biến ĐC - ĐKTMT do thi công xây dựng công trình ngầm dạng hầm

Thi công các hố đào sâu cho xây dựng công trình ngầm là lấy đi một thể tích đất đá, tạo thành không gian rộng giải phóng ứng suất ngang làm cho chuyển vị và biến dạng thành hố đào. Kết quả gây nên áp lực đất tác dụng lên tường chắn, vấn đề lún và chuyển vị ngang xung quanh hố đào, vấn đề trượt thành hố đào, vấn đề bùng nền và bục đáy hố đào, vấn đề xói ngầm, cát chảy, vấn đề nước chảy vào trong hố đào.

1.4.3. Tai biến ĐC - ĐKTMT liên quan đến thi công xây dựng công trình dạng tuyến

Có 2 dạng chính: Công trình ngầm nông và công trình ngầm sâu.

a. Tai biến ĐKT liên quan đến công trình hầm nông

- Tính toán theo lý thuyết cột đất đá và lý thuyết cân bằng vật thể rời [68].

b. Tai biến địa kỹ thuật liên quan đến công trình hầm sâu

* Cơ sở lý thuyết ổn định công trình ngầm

+ Lý thuyết tính áp lực đất đá lên hầm

Tính toán theo lý thuyết của M.M. Protodiakonov, từ đó tính toán kết cấu hầm.

+ Dự báo độ lún mặt đất do công trình ngầm dạng tuyến

Hiện nay có 2 phương pháp chính là phương pháp kinh nghiệm dựa trên đường cong thống kê phân phối chuẩn Gauss của K.Terzaghi và Peck và phương pháp tính toán dự báo lý thuyết với mô hình số bằng các phần mềm.

* Công nghệ thi công đào hầm

Hiện nay dùng các công nghệ đào: Đào kín bằng khiên đào, đào bằng máy đào TBM, đào bằng kích ép đất, đào hầm kiểu mới của Áo (NATM).

1.5. KẾT LUẬN CHƯƠNG 1

1. Lý thuyết hệ thống được lựa chọn làm cơ sở khoa học để soi sáng cho nghiên cứu, phân tích đặc điểm của các hợp phần như HKT đô thị, MTXQ, khả năng ứng xử và tính nhạy cảm của MTĐC. Đồng thời cho phép nghiên cứu tương tác giữa chúng trong hệ thống, sự biến đổi trạng thái của MTĐC, hậu quả làm phát sinh các quá trình và hiện tượng tai biến ĐC – ĐKTMT đô thị.

2. Trong luận án cũng lựa chọn các mô hình toán tiền định bao gồm các công thức lý thuyết và công thức bán kinh nghiệm để nghiên cứu đánh giá và dự báo các tai biến ĐC – ĐKTMT đô thị do các tác động từ công tác xây dựng và khai thác kinh tế lãnh thổ gây ra.

CHƯƠNG 2. HỆ THỐNG ĐỊA – KỸ THUẬT ĐÔ THỊ HÀ NỘI

2.1. LỊCH SỬ HÌNH THÀNH VÀ QUÁ TRÌNH PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ THÀNH PHỐ HÀ NỘI VÀ CÁC TAI BIẾN ĐKT

Qua các giai đoạn, Hà Nội có những đặc điểm và quy mô phát triển khác nhau và được hoàn thiện dần cho tới ngày nay. Từ năm 2008 đến nay đã phát triển hệ thống cơ sở hạ tầng, hệ thống giao thông quy mô lớn và hiện đại, nhiều nhà cao tầng 10-15 tầng, 15-30 tầng, thậm chí tới 70 tầng cũng đã và đang được xây dựng.

2.2 PHỤ HỆ THỐNG MÔI TRƯỜNG ĐỊA CHẤT ĐÔ THỊ HÀ NỘI

2.2.1. Lịch sử phát triển địa chất và đặc điểm chung cấu trúc MTĐCĐT thành phố Hà Nội

- Lịch sử phát triển địa chất thành phố Hà Nội được chia làm 4 giai đoạn. Địa hình – địa mạo là vùng chuyển tiếp, mang tính phân bậc rõ rệt. Kiến tạo có trục chính theo hướng TB-ĐN và hướng TN-ĐB. Tân kiến tạo và chuyển động hiện đại xảy ra yếu. *Cấu trúc địa chất – thạch học* gồm 18 phân vị địa tầng (trầm tích – biến chất) với tuổi từ Proterozoi đến Neogen [2, 68, 84] và 1 phân vị trầm tích Đệ tứ. *Cấu trúc địa chất thủy văn*: Hà Nội có 3 tầng chứa nước chính: Tầng Holocen (Q_h), Pleistocen (Q_p), Neogen (N).

2.2.2. Đặc điểm cấu trúc MTĐC theo khả năng ứng xử với các tác động kỹ thuật

2.2.2.1. Phân vị ĐCCT - ĐKT

Các đơn vị đất đá được phân chia theo tiêu chí đồng nhất hoặc tựa đồng nhất của chỉ tiêu đặc trưng lựa chọn của thể đất đá. Theo tiêu chí này thì đất đá được phân chia thành các cấp độ đồng nhất với cấp bậc khác nhau.

2.2.2.2. Nguyên tắc phân chia các phân vị ĐCCT – ĐKT

Hệ thống cấp bậc các phân vị ĐCCT – ĐKT được phân chia dựa theo các tiêu chí về mức độ đồng nhất tương ứng (G.K. Bondarik) [22]. Các đơn vị phân chia gồm: Thành hệ, phức hệ nguồn gốc, phức hệ nguồn gốc địa tầng, phân vị ĐCCT – ĐKT bậc 1, bậc 2 và bậc 3.

*** Phân chia các Phân vị ĐCCT-ĐKT các trầm tích mềm dính – bỏ rời**

Đất đá được phân chia thành các phân vị ĐCCT - ĐKT bậc 2 - 3, nghĩa là các lớp đất đá cùng nguồn gốc, cùng tuổi và đồng nhất về thành phần thạch học, cùng giới hạn của các chỉ tiêu phân loại và cùng trạng thái. Kết quả chia ra 19 phân vị ĐCCT – ĐKT trầm tích mềm dính – bỏ rời, và một phân vị đất phong hóa.

*** Phân chia các phân vị ĐCCT – ĐKT đá cứng**

Dựa theo tiêu chí đồng nhất về thạch học – nguồn gốc, đá cứng được chia thành 5 phân vị ĐCCT – ĐKT.

2.2.2.3. Tính chất cơ lý và khả năng ứng xử của các phân vị ĐCCT – ĐKT với các loại tải trọng tác động

Các lớp đất rời gồm 5 lớp cát, 2 lớp cuội sỏi. Đất dính gồm 8 lớp. Các lớp đất yếu gồm 3 lớp.

Ứng xử đối với tải trọng tĩnh, tải trọng động và ô nhiễm môi trường các lớp đất yếu 6, 11, 13 đều xếp vào cấp yếu đến trung bình.

Các lớp đất rời được đánh giá ở cấp trung bình đến tốt khi ứng xử với tải trọng tĩnh. Ở cấp yếu khi ứng xử với tải trọng động và ô nhiễm môi trường.

Các lớp đất dính được đánh giá ở cấp trung bình đến tốt khi ứng xử với tải trọng tĩnh, tải trọng động và ô nhiễm môi trường.

2.2.3. Đánh giá chung về khả năng bền vững và phân vùng cấu trúc nền MTĐCĐT.

2.2.3.1. Phân vùng ĐCCT địa hệ và lập bản đồ ĐCCT Địa hệ thành phố Hà Nội.

Lựa chọn yếu tố địa hình - địa mạo, MTĐC Hà Nội được phân chia ra hai vùng ĐCCT: Vùng đồi núi thấp – trung bình (vùng đá cứng) và vùng đồng bằng (vùng đất mềm dính).

2.2.3.2. Cấu trúc nền và bản đồ cấu trúc nền thành phố Hà Nội

a. Khái niệm: *Cấu trúc nền là hệ thống sắp xếp không gian các lớp đất đá được phân chia theo quan điểm địa kỹ thuật môi trường, phản ánh các trường vật chất được đặc trưng bởi thành phần, kiến trúc, cấu tạo, trạng thái và tính chất của chúng, cũng như quyết định các quy luật phát sinh, phát triển tại biến diễn ra trong nó khi chịu các tác động từ hệ thống kỹ thuật và môi trường xung quanh.*

b. Phân chia cấu trúc nền:

Cấu trúc nền được phân chia với các đặc điểm đồng nhất chung về ĐCCT – ĐKT và có đủ cơ sở đánh giá ĐCCT – ĐKT của chúng khi ứng xử với các tác động.

c. Kết quả phân chia cấu trúc nền thành phố Hà Nội [23, 39, 83]

+ **Nguyên tắc phân chia:** Đơn vị cấu trúc nền theo tiêu chí tựa đồng nhất về cấu trúc địa tầng, cấu trúc ĐCCT – ĐKT, điều kiện ĐCTV và khả năng ứng xử với các tác động từ MTXQ và các hoạt động kinh tế - xây dựng theo các cấp bậc.

+ **Tiêu chí phân chia các đơn vị cấu trúc nền:**

- Kiểu cấu trúc nền: Là đơn vị cấu trúc đồng nhất về quan hệ địa tầng ở

mức hệ tầng. Đối với đá cứng, kiểu cấu trúc phản ánh sự tương đồng về thạch học và nguồn gốc của đá được gọi là kiểu.

- Phụ kiểu cấu trúc nền: Được phân chia từ các kiểu theo các tiêu chí về sự có mặt của các phân vị ĐCCT – ĐKT có thành phần và tính chất đặc biệt, phản ánh đặc trưng ứng xử của cấu trúc nền với các loại tác động.

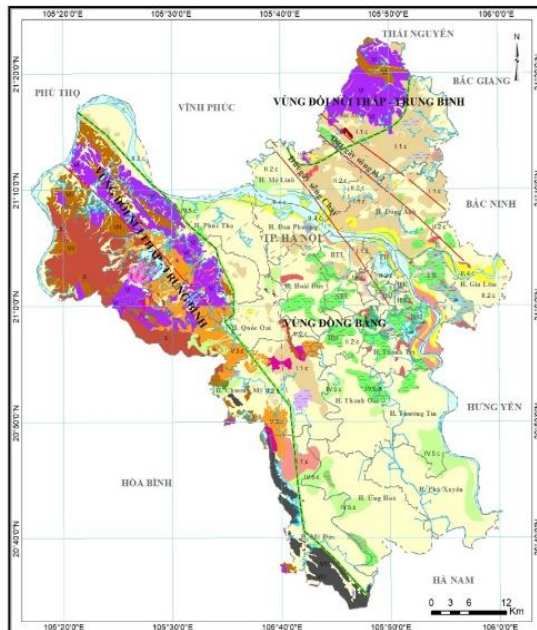
*** Kết quả phân chia cấu trúc nền**

+ Phân chia cấu trúc nền trong vùng trầm tích Đệ tứ:

Theo các nguyên tắc trên, thành phố Hà Nội phân chia thành 5 kiểu, 18 phụ kiểu và 27 dạng cấu trúc nền.

+ Phân chia cấu trúc nền vùng đồi, núi thấp – cao trung bình (vùng đá cứng): Trong vùng này chọn tiêu chí các đá tương đồng về thạch học và có cùng nguồn gốc để xếp chung trong cùng một kiểu cấu trúc nền. Kết quả chia thành 5 kiểu cấu trúc đá cứng: Kiểu đá trầm tích lục nguyên và biến chất; Kiểu đá trầm tích lục nguyên và biến chất chứa đá vôi; Kiểu đá vôi; Kiểu đá mác ma xâm nhập; Kiểu đá mác ma phun trào. Vì tầng đá cứng sức chịu tải rất cao không biến dạng nên không phân chia chi tiết thành các phụ kiểu.

+ Lập bản đồ phân chia cấu trúc nền [22, 30, 68, 78]: Bản đồ phân chia cấu trúc nền được lập dựa trên nền tảng của bản đồ phân vùng ĐCCT địa hệ, tổng hợp các kết quả phân chia cấu trúc nền từ kiểu, phụ kiểu và dạng cùng với việc lập 11 mặt cắt địa chất công trình và các tài liệu hố khoan đã thu thập và xử lý.



Hình 2.2. Bản đồ phân chia cấu trúc nền TP Hà Nội tỷ lệ 1:50.000

d. Đánh giá ĐCCT – ĐKT cấu trúc nền thành phố Hà Nội.

Các kiểu cấu trúc nền có ứng xử khác nhau đối với xây dựng và khai thác kinh tế lãnh thổ theo các mức độ khác nhau. [22, 78]

2.3. PHỤ HỆ THỐNG KỸ THUẬT ĐÔ THỊ HÀ NỘI

2.3.1. Đặc điểm hiện trạng và quy hoạch phát triển đô thị đến năm 2030 tầm nhìn 2050

Theo quyết định số 1259/QĐ-TTg ngày 26/7/2011, nội dung chính của quy hoạch Hà Nội được phân chia theo các vùng: Đô thị lõi trung tâm và 5 đô thị vệ tinh. Hệ thống giao thông đường sắt được quy hoạch theo 5 tuyến.

Quy hoạch mạng lưới đường sắt và Metro đô thị của Hà Nội đến năm 2030 tầm nhìn 2050 gồm có 8 tuyến.

2.3.2. Đặc điểm tác động từ hệ thống kỹ thuật đô thị đến MTĐC

2.3.2.1. Đặc điểm tác động từ lớp đất san lấp, công trình bề mặt và khai thác nước ngầm.

Đã lập các bản đồ cột cao địa hình, chiều dày san lấp, tải trọng công trình bề mặt, bản đồ thủy đẳng áp tương ứng.

2.3.2.2. Đặc điểm tác động từ xây dựng công trình ngầm.

Bao gồm các tác động sau: Thi công móng cọc khoan nhồi, công trình ngầm dạng hầm, công trình ngầm dạng tuyến được bố trí trên các sơ đồ tương ứng.

2.4. MTXQ VÀ TÁC ĐỘNG CỦA CHÚNG ĐẾN MTĐC ĐÔ THỊ THÀNH PHỐ HÀ NỘI

2.4.1. Đặc điểm MTXQ (khí quyển, thủy quyển, sinh quyển) tác động đến MTĐC của thành phố Hà Nội.

Do biến đổi khí hậu làm thay đổi chế độ nhiệt, lượng mưa, lượng bốc hơi, ô nhiễm môi trường

2.4.2. Đặc điểm tác động từ phần sâu của thạch quyển (động đất) đến MTĐC thành phố Hà Nội.

Hà Nội chịu tác động động đất với các nguồn động đất mạnh cấp $M_{\max} = 6.1 - 7.0$. Tuy nhiên, Hà Nội có đất yếu dày, cát nhỏ, cát bụi bão hòa thì khi động đất bị khuếch đại nên cấp động đất có thể đạt tới cấp 8 – 9.

2.5. KẾT LUẬN CHƯƠNG 2

1. Cấu trúc địa hệ Hà Nội hình thành nên hai vùng ĐCCT rõ rệt là vùng đồi núi thấp – trung bình và vùng đồng bằng, hình thái của chúng được khống chế bởi điều kiện cấu kiến tạo và địa mạo.

Cấu trúc nền vùng trầm tích Đệ tứ bao gồm 5 kiểu cấu trúc nền và 18 phụ kiểu và 27 dạng.

Cấu trúc vùng đồi núi thấp và cao trung bình có 5 kiểu cấu trúc nền đá cứng và một vùng trầm tích Đệ tứ.

2. Phụ hệ thống kỹ thuật đô thị được phân chia theo đặc điểm, hình thức và cường độ tác động bao gồm:

- Tác động trên mặt đất: tải trọng san lấp nền, công trình bề mặt, khai thác nước ngầm sẽ gây ra hiện tượng sụt lún mặt đất, ma sát âm tác dụng lên thành cọc.

- Tác động từ hệ thống công trình ngầm bao gồm tác động từ công trình ngầm dạng điểm, công trình ngầm dạng tuyến làm thay đổi trạng thái ứng suất biến dạng của MTĐC xung quanh chúng và nguy cơ sẽ phát sinh nhiều tai biến ĐC – ĐKTMT.

3. Đặc điểm MTXQ thể hiện qua sự biến đổi của chế độ khí hậu và thủy văn trong những năm gần đây, Hà Nội thường có nhiệt độ cao hơn các tỉnh lân cận từ 2-3⁰C. Chế độ thủy văn của các sông ở Hà Nội thường hạ thấp hơn so với trước đây do có nhiều công trình thủy điện ở thượng nguồn. Tuy nhiên, vẫn cần đề phòng lũ lớn đột biến khi có mưa lớn kéo dài và xả lũ cấp bách.

CHƯƠNG 3. ĐÁNH GIÁ, DỰ BÁO TAI BIẾN ĐỊA CHẤT – ĐỊA KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG THÀNH PHỐ HÀ NỘI

3.1. ĐÁNH GIÁ, DỰ BÁO CÁC TAI BIẾN ĐKT LIÊN QUAN ĐẾN XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH TRÊN MẶT VÀ KHAI THÁC NƯỚC NGẦM

3.1.1. Đánh giá, dự báo sụt lún mặt đất do tác động san lấp nền và xây dựng công trình bề mặt

3.1.1.1. Tính toán dự báo độ lún cuối cùng

a. Sơ đồ tính toán và tải trọng tiêu chuẩn [57,74,82]

- Sơ đồ ứng suất của nền đất chịu tải trọng san lấp: Lựa chọn sơ đồ ‘0’, ứng suất không đổi theo chiều sâu.

- Sơ đồ ứng suất của nền đất dưới tải trọng công trình: Lựa chọn sơ đồ ‘2’, ứng suất giảm dần theo chiều sâu.

b. Cơ sở dữ liệu để tính toán dự báo lún mặt đất

Dựa vào bản đồ phân vùng ĐCCT địa hệ, Bản đồ phân vùng cấu trúc nền, cột địa tầng các lỗ khoan và bảng chỉ tiêu cơ lý để tính toán, dự báo lún.

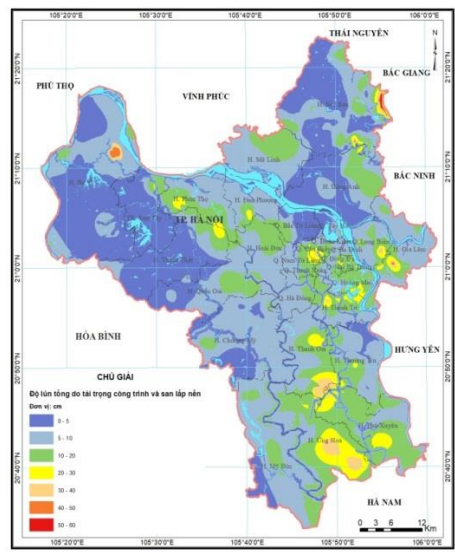
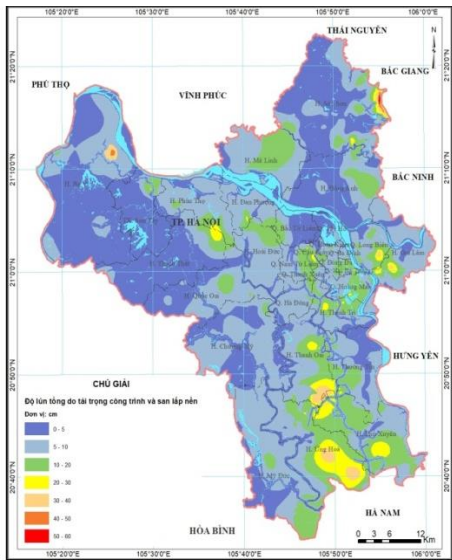
- Dự báo lún do tải trọng san lấp nền: Từ bản đồ bề dày san lấp, cho phép tính toán tải trọng san lấp nền $P = \gamma * h_d$ tại mọi vị trí trên bản đồ.

- Dự báo lún do tải trọng công trình: Nhằm mục đích đưa ra bức tranh chung về độ lún, NCS chọn theo tiêu chuẩn xây dựng gồm 2 cấp nhà để tính toán. Các nhà này được xây dựng trên móng băng theo 3 phương án. Đối với nhà 2 – 3 tầng, phương án 1 với $h = 1.0m$ và $b = 1.0m$, tải trọng gây lún quy đổi $P_{gl} = 200kPa$; phương án 2 với $h = 1m$ và $b = 2m$, $P_{gl} = 100kPa$. Còn đối với nhà 4 – 6 tầng, chọn giải pháp móng $h = 1m$ và $b = 2m$, $P_{gl} = 250kPa$.

- Dự báo lún do tải trọng san lấp nền và công trình trên móng nông: Tải trọng tính lún tại mỗi điểm được tính riêng cho từng sơ đồ, độ lún cuối cùng bằng tổng độ lún.

c. Kết quả tính toán dự báo lún do san lấp và do tải trọng công trình

Ô lưới tính toán với khoảng cách 500mx500m đến 1000mx1000m. Sau đó sử dụng phần mềm Arcgis để nội suy độ lún trong mạng lưới 30mx30m, từ đó cho phép khoanh vùng độ lún ở các cấp độ 0-5cm, 5-10cm, 10-20cm, 20-30cm, 30-40cm, 40-50cm và >50cm. Kết quả dự báo lún được thể hiện trên các bản đồ hình 3.3; hình 3.4; hình 3.10.



Hình 3.3. Bản đồ phân vùng dự báo lún mặt đất do tải trọng san lấp nền và công trình trên móng nông TP Hà Nội tỷ lệ 1:50.000 – Phương án 1

Hình 3.4. Bản đồ phân vùng dự báo lún mặt đất do tải trọng san lấp nền và công trình trên móng nông TP Hà Nội tỷ lệ 1:50.000 – Phương án 3

3.1.1.2. Dự báo lún theo thời gian của nền đất Hà Nội dưới các hoạt động xây dựng khác nhau

a. Dự báo lún theo thời gian do san lấp nền (thời gian ổn định lún, t_{95}):

Tính toán theo sơ đồ ‘0’, ứng suất không đổi theo chiều sâu.

b. Dự báo lún theo thời gian do tải trọng công trình (thời gian ổn định lún, t_{95})

Tính toán theo sơ đồ ‘2’, ứng suất giảm dần theo chiều sâu.

Kết quả: Các vùng có phân bố đất yếu, độ lún phổ biến từ 10-50cm, các vùng khác độ lún thường nhỏ hơn 10cm. Thời gian lún đối với đất yếu kéo dài rất lâu, tới hàng trăm năm.

3.1.2. Đánh giá, dự báo sụt lún mặt đất do khai thác nước ngầm

3.1.2.1 Dự báo độ lún cuối cùng

a. Các phương pháp dự báo lún do khai thác nước ngầm

Dựa vào sự biến đổi áp lực nước lỗ rỗng (áp lực trung tính) trong quá trình khai thác nước với việc sử dụng các công thức tính lún truyền thống.

b. Tính toán dự báo lún mặt đất do khai thác nước ngầm

Dựa theo bản đồ cấu trúc nền, bản đồ thủy đẳng áp, cột địa tầng và bảng tổng hợp chỉ tiêu cơ lý tính toán biến đổi ứng suất σ'_v và u tại 83 lỗ khoan và tính lún theo các công thức tương ứng và dùng phần mềm Arcgis theo mạng lưới 30x30m.

c. Kết quả tính toán, dự báo

Đã lập được bản đồ phân vùng dự báo lún (hình 3.10).

3.1.2.2. Dự báo lún theo thời gian do khai thác nước ngầm (thời gian ổn định lún, t_{95}).

NCS chọn sơ đồ “0” với công thức tương ứng để tính toán. Chọn hình trụ hồ khoan điển hình KX33 để tính toán. Kết quả tính toán: $t = 213,57$ năm.

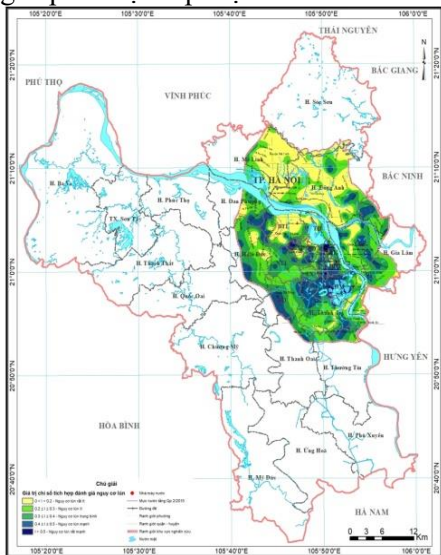
3.1.3. Phá hủy công trình và ngập lụt thành phố do lún nền địa chất

3.1.3.1. Biến dạng và phá hủy công trình do nền địa chất

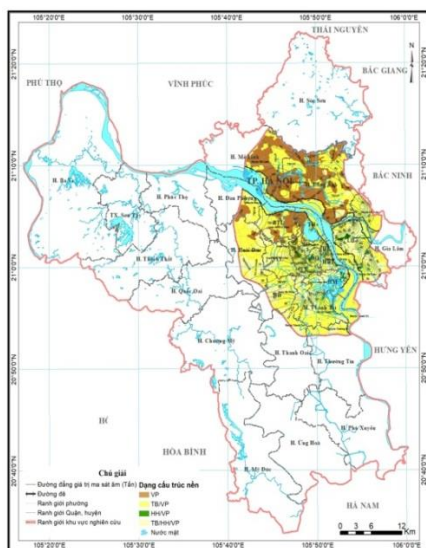
Sự biến dạng hoặc chuyển vị của nền địa chất quá lớn hoặc không đều vượt quá giới hạn cho phép chịu đựng của kết cấu dẫn đến công trình bị hư hỏng như ở Thành Công, Giảng Võ, Trương Mai, Quỳnh Mai, Văn Quán,...

3.1.3.2. Ngập lụt thành phố do lún nền địa chất

NCS đã thống kê gần 30 điểm ngập lụt và đưa trên bản đồ phân bố sự cố công trình và ngập lụt. Kết quả cho thấy, các điểm ngập lụt đều trùng vào nơi có cấu trúc nền đất yếu dày, có san lấp hoặc xây dựng công trình, cũng như gần phễu hạ thấp mực nước.



Hình 3.10. Bản đồ phân vùng dự báo lún mặt đất khu vực TP Hà Nội do khai thác nước ngầm tỷ lệ 1:25.000 [25]



Hình 3.15. Bản đồ ma sát âm khu vực Đô thị trung tâm TP Hà Nội do khai thác nước ngầm tỷ lệ 1:25.000

3.1.4. Đánh giá hiện tượng ma sát âm của cọc bê tông cốt thép do lún nền địa chất

a. Phương pháp tính toán ma sát âm khu vực đô thị trung tâm thành phố Hà Nội

Theo phương pháp tính toán của Nga CII 24.13330.2011.

b. Cơ sở dữ liệu tính toán dự báo ma sát âm thành phố Hà Nội

Dựa theo bản đồ phân bố đất yếu, bản đồ chiều dày đất lấp, bản đồ thủy dâng áp và các lớp đất yếu số 6, 11 và 13 để tính toán.

c. Kết quả tính toán

Cường độ ma sát âm F tại mỗi điểm nút thuộc ô lưới 200×200 m được tính cho cọc có chu vi tiết diện ngang 1 m và bằng:

$$F = \sum f_i \times m_i \quad (3.3)$$

Trong đó: f_i (kN/m^2) là ma sát âm tính cho lớp đất thứ i (tra bảng TCVN 10304:2014); m_i (m) là 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 3.15).

Nhận xét: Ma sát âm đạt giá trị lớn nhất khi có mặt lớp đất yếu Hải Hưng với bề dày lớn và tại các phễu hạ thấp mực nước lớn như ở Hạ Đình, Yên Phụ và Mai Dịch. Độ lún lớn nhất ở các quận Đống Đa, Cầu Giấy, Hoàng Mai và huyện Thanh Trì.

3.2. TAI BIẾN ĐKT LIÊN QUAN ĐẾN XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẦM

3.2.1. Tai biến ĐC - ĐKTMT trong thi công móng cọc khoan nhồi và cọc barrette cho nhà cao tầng

a. Điều kiện và nguyên nhân tai biến (về nền móng, công nghệ)

Nguyên nhân về công nghệ gây tai biến ĐC - ĐKTMT do thi công cọc khoan nhồi có thể do sai sót của công nghệ khoan, công nghệ đổ bê tông hoặc do cả hai quá trình đó gây ra.

Phải đặc biệt chú ý khi khoan qua các tầng cát có chứa nước áp lực, các tầng đất yếu là những nơi dễ xảy ra sập thành hố khoan.

b. Một số phân tích, đánh giá và kiến nghị

Khi thi công cần chú ý các lớp đất cát (lớp 14, 15, 16), các lớp đất bùn và sét dẻo mềm (lớp 6, 7, 11, 13, 17) dễ gây mất ổn định.

3.2.2. Tai biến Địa chất - Địa kỹ thuật do thi công xây dựng công trình ngầm dạng điểm

a. Tính toán áp lực đất lên tường chắn xung quanh hố đào

Tính toán áp lực chủ động và bị động lên tường chắn theo các công thức của cơ học đất, để chọn được chiều sâu cắm tường cừ, các giải pháp chống chắn thích hợp, các biện pháp gia cố như sử dụng hệ neo,... trường hợp cấu trúc nền đất yếu hoặc có các lớp cát bão hòa nước thì áp lực chủ động lớn, dễ gây ra trượt và chuyển vị hố đào, giải pháp thi công và chắn giữ khó khăn.

b. Vấn đề lún mặt đất và chuyển vị ngang xung quanh hố đào

Các phương pháp nghiên cứu kinh nghiệm và bán kinh nghiệm của nhiều tác giả đã chỉ ra độ lún tương đối (độ lún/chiều sâu hố đào) $S = 0,2 - 0,3\%$ tại mép hố đào và giảm dần khi ra xa hố đào.

c. Hiện tượng bùng đáy hố đào

Cần chú ý khi đất có tính trương nở.

d. Vấn đề nước chảy vào hố móng và mất ổn định thấm của đáy hố đào

Khi đào vào tầng cát chứa nước cần phải tính toán lượng nước chảy vào hố móng để có giải pháp khắc phục, bảo vệ quá trình thi công.

Cần tính toán dự báo mất ổn định đáy hố đào:

* Tính theo lý thuyết thấm

Chiều sâu cắm cừ tối thiểu cần thiết đảm bảo ổn định thấm là $D > \Delta H$, nghĩa là chiều sâu cắm phải lớn hơn cột nước chênh áp.

* Tính theo công thức của Cục đường sắt Nhật Bản

Chiều sâu ngầm cừ phải lớn hơn chênh cao cột áp lực $D_b > H_w$ và hệ số an toàn phụ thuộc vào chiều rộng hố đào

e. Vấn đề bực đáy hố đào

Khi đáy hố đào trong lớp đất dính và dưới nó có lớp cát chứa nước áp lực cần tính toán chiều dày tối thiểu của lớp bảo vệ thỏa mãn điều kiện:

$$P_a = \frac{W}{F_1} + \frac{C_1}{F_2} + \frac{C_3}{F_3} \geq U \quad (3.15)$$

Kết quả tính toán cho thấy độ ổn định chống bực đất phụ thuộc chủ yếu vào trọng lượng của lớp đất giữ lại, còn thành phần ma sát giữa đất và tường, cũng như sức chống cắt của đất ảnh hưởng không lớn.

3.2.3. Tai biến địa chất - Địa kỹ thuật liên quan đến thi công xây dựng công trình dạng tuyến

3.2.3.1. Phương pháp đánh giá, dự báo sụt lún mặt đất khi xây dựng công trình Metro ở Hà Nội

a. Bài toán phẳng

+ Tính theo các công thức dự báo lún cực đại, độ lún tại giao diện và các công thức dự báo lún mặt đất biến đổi theo mặt cắt ngang của hầm.

b. Bài toán không gian

Phương pháp giảm thể tích là phương pháp bán thực nghiệm dựa trên một phần cơ sở lý thuyết.

Độ lún tối đa S_{max} và vị trí của điểm uốn L_{inf} tính toán theo công thức:

$$S_{max} = \frac{A \cdot VL}{100} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi L_{inf}}} \quad (3.24)$$

Biến dạng mái u_a được tính toán theo công thức:

$$u_a = \frac{2 \cdot r - \sqrt{4 \cdot r^2 - \frac{4 \cdot r^2 \cdot VL}{100}}}{2} \quad (3.25)$$

Xác định giá trị của khối lượng giảm thể tích theo công thức:

$$N = \frac{\sigma_v \cdot \sigma_t}{S_n} \quad (3.26)$$

3.2.3.2. Các bước tính toán dự báo

a. Nguyên tắc chung

+ Phân tích độ lún mặt đất

Xác định tải trọng đúng tâm, biến dạng mái hầm, đáy hầm, độ lún tối đa

và chiều dài máng lún.

+ *Phân tích chuyển vị ngang*

Xác định sự chuyển dịch ngang của đất theo hướng vào phía trục hầm.

b. Các bước tính toán

+ *Trật tự tính toán*

Trước tiên, chương trình sẽ tính toán độ lún tại giao diện giữa lớp đầu tiên phía trên hầm và các lớp khác của lớp phủ S_{int} và xác định chiều dài lún dọc theo các giao diện của lớp đất. Tiếp theo xác định chiều dài lún L ở bề mặt địa hình.

+ *Phân tích phễu lún*

Phép nội suy tuyến tính giữa giá trị cực đại của độ lún S_{max} ở bề mặt địa hình và độ chuyển vị của nóc hầm u_a được sử dụng để tính toán độ lún tối đa S_{max} ở độ sâu h .

3.2.3.3. Đánh giá biến dạng và hư hỏng công trình

+ *Phân tích đánh giá giá biến dạng ngang:*

Kết quả tính toán biến dạng ngang theo phần mềm được so sánh với giá trị quy định trong tiêu chuẩn.

+ *Phân tích đánh giá độ lún lệch*

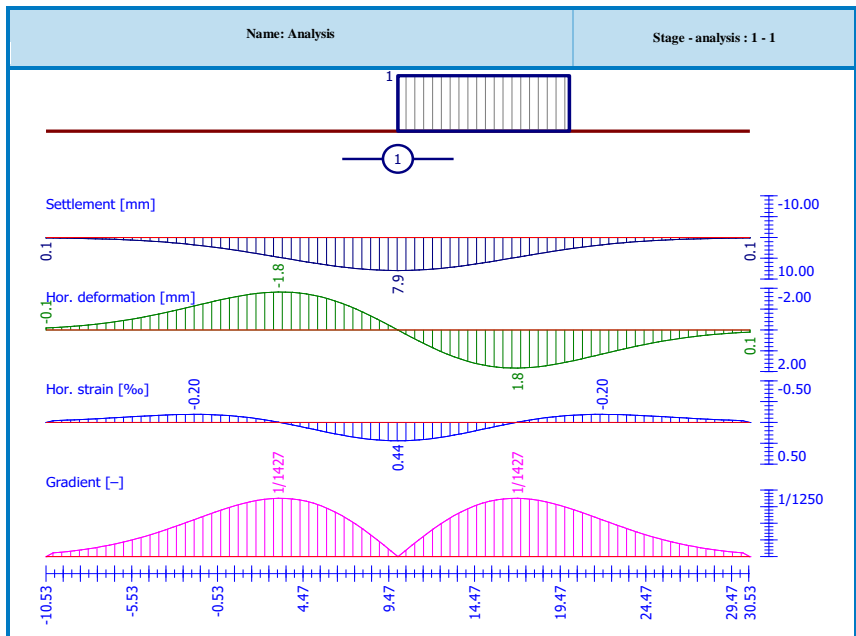
Độ lún lệch được tính toán theo phần mềm được so sánh với giá trị quy định trong tiêu chuẩn.

3.2.3.4. Kết quả tính toán cho tuyến Metro số 2 với các cấu trúc nền điển hình

Phương pháp tính toán là phương pháp cân bằng giới hạn (LEM), sử dụng phần mềm Geostucture analysis của hãng Bentley (Mỹ) tính toán cho hai ga C5 và C9 với các cấu trúc địa tầng khác nhau của tuyến Metro số 2. Ngoài ra, còn tính toán dự báo lún cho vị trí có đất yếu dày và phân bố từ trên mặt (KX62). Tại các vị trí tính toán đều tính cho hai phương án hầm sâu 21.25m và 34.85m. Đồng thời còn tính toán đến chuyển vị ngang và biến dạng hư hỏng công trình nằm trong vùng ảnh hưởng của phễu lún. Dưới đây đưa ra kết quả tính toán dự báo lún cuối cùng của mặt cắt hầm tại các vị trí trên.

Bảng 3.8. Kết quả tính toán lún tại các mặt cắt hầm C5, C9 và KX62

Điểm tính toán	C5		C9		KX62	
Chiều sâu hầm (m)	21.25	34.85	21.25	34.85	21.25	34.85
Độ lún cực đại (mm)	7,9	6,4	5,7	4,3	10,8	7,4
Chuyển vị ngang cực đại (mm)	1,8	1,8	2,5	1,8	3,2	1,5
Chiều dài phễu lún (m)	41,0	86,12	54,13	90,82	69,45	84,76



Hình 3.25. Biểu đồ biến dạng lún khi đặt metro ở độ sâu 21,25 mét

* Nhận xét và đánh giá:

- Độ lún cực đại tại các vị trí hầm C5 và C9 chênh lệch nhau không lớn lắm, riêng ở hố KX62 cấu tạo chủ yếu là bùn nên độ lún cực đại lớn nhất;
- Hầm có độ sâu lớn hơn thì lún ít hơn;
- Hầm nông thì có phần lún nhỏ hơn, xuống sâu thì phần lún lan rộng hơn;
- Chuyển vị ngang của hầm có đất yếu lớn hơn hầm có cấu trúc sét và cát;
- Các công trình xây dựng trong vùng phần lún có biến dạng nhỏ.

3.3. ĐÁNH GIÁ VÀ DỰ BÁO TAI BIẾN ĐC – ĐKTMT DO TÁC ĐỘNG GIỮA CÁC YẾU TỐ CỦA MTĐC VÀ TỪ MTXQ ĐẾN MTĐC

3.3.1. Đánh giá hiện tượng xói mòn mặt đất

Các hiện tượng xói mòn mặt đất xảy ra yếu.

3.3.2. Đánh giá hiện tượng trượt, sạt lở mái dốc

Hiện tượng trượt, sạt lở mái dốc có quy mô nhỏ. Tuy nhiên, cần chú ý có thể xảy ra trượt lở mạnh hơn khi mưa lũ cực đoan.

3.3.3. Đánh giá hiện tượng Karst

a. Khái niệm:

Karst là quá trình hòa tan đá vôi bởi nước mặt và nước dưới đất hình thành nên các dạng địa hình đặc trưng (Carur) và các dạng hang động có

hình thái, quy luật phân bố khác nhau tạo nên những cảnh quan kỳ diệu.

b. Đặc điểm phát triển Karst

Đặc điểm phát triển Karst phụ thuộc vào nhiều yếu tố như đặc điểm phân bố, kiến trúc, cấu tạo của đá, các đặc điểm hoạt động kiến tạo và hoạt động của nước ngầm.

c. Đặc điểm các yếu tố điều kiện và nguyên nhân phát triển Karst thành phố Hà Nội

* Các yếu tố cấu trúc địa chất: Theo thành phần thạch học Karst phát triển mạnh trong hệ tầng đá vôi Đồng Giao, hệ tầng Na Vang và hệ tầng Thác Bà; phát triển yếu ở các phân vị trầm tích lục nguyên và biến chất chứa đá vôi.

** Đặc điểm đứt gãy và nứt nẻ*

Chỉ có các đứt gãy cấp thấp theo hướng TB và ĐN cắt qua vùng đá vôi là có triển vọng phát triển Karst. Hai bên đứt gãy thường phát triển hệ thống khe nứt có đặc điểm và quy luật phân bố nhất định. Chúng liên kết với đứt gãy thành các đới nứt nẻ có chứa nước và phát triển Karst.

** Đặc điểm nước mặt và nước ngầm:*

Nước ngầm trong vùng Karst phong phú nhưng thường tập trung ở các hang động, các đới đứt gãy nứt nẻ, trong các vùng còn lại nước ngầm không đồng đều, kém phong phú.

** Đặc điểm địa hình – địa mạo:*

Ảnh hưởng của địa hình – địa mạo đến phát triển Karst thể hiện rõ nét qua sự phân bố của các hệ tầng đá vôi, có thể được phân chia ra 2 vùng: vùng đá vôi lộ ra và vùng đá vôi bị phủ.

d. Đặc điểm hiện trạng phân bố hang động Karst

Hang động Karst được phân bố theo 2 dạng: Dạng hang động trên mặt đất và dạng hang động ngầm

** Quy luật phân bố Karst theo chiều thẳng đứng:*

- Các tầng hang trên mặt đất: Có mặt 4 tầng hang
- Các hang động ngầm: Cũng có mặt 4 tầng hang

Quy luật phát triển hang động Karst theo phương ngang:

Hệ thống hang động Karst phân bố chủ yếu theo 2 hệ thống đứt gãy ĐB-TN và TB-ĐN, trong đó các hang động trên mặt đất chủ yếu theo hướng ĐB-TN.

** Một số hiện tượng hình thành hố sụt Karst ở vùng phủ:*

Đã hình thành 1 số hố sụt Karst tại huyện Mỹ Đức.

e. Lập bản đồ đánh giá phát triển Karst khu vực Hà Nội

Nguyên tắc dựa vào sự đánh giá tổng hợp các yếu tố chính quyết định đến sự phát triển của Karst đã lập được sơ đồ đánh giá phát triển Karst thành phố Hà Nội tỷ lệ 1:50.000, trong đó theo khả năng phát triển Karst chia ra 4 vùng khác nhau: phát triển mạnh, phát triển trung bình, phát triển yếu và không phát triển.



Hình 3.37. Sơ đồ đánh giá phát triển Karst thành phố Hà Nội tỷ lệ 1:50.000

Kết luận chương 3

1. Dựa trên nền tảng lý thuyết hệ thống, lựa chọn các phương pháp đánh giá cho phép nhận được kết quả tính toán, dự báo các tai biến ĐC- ĐKTMT chính có độ chính xác và tin cậy.

2. Hà Nội phát triển các tai biến ĐC – ĐKTMT rất đa dạng và phức tạp, biến đổi theo không gian và thời gian, liên quan chặt chẽ với đặc điểm MTĐC và sự phát triển, hiện đại hóa của đô thị.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

I. KẾT LUẬN

1. Trên cơ sở lý thuyết hệ thống, xác định tai biến ĐC - ĐKTMT là sản phẩm của hoạt động tương tác giữa các yếu tố của hệ thống kỹ thuật đô thị, MTĐC và MTXQ, phát triển trong MTĐC và hệ thống KTĐT có nguyên nhân nền móng nên đặc điểm và các quy luật hình thành và phát triển của chúng phụ thuộc chủ yếu vào đặc điểm tác động và tính nhạy cảm của các hợp phần của hệ thống.

2. MTĐC đã được phân chia thành hai vùng ĐCCT đồi núi thấp – cao trung bình và vùng đồng bằng, cùng với 5 kiểu cấu trúc nền trong Đệ tứ và 5 kiểu cấu trúc nền trong đá gốc; trong Đệ tứ lại được chia ra 18 phụ kiểu và 27 dạng cấu trúc nền tương ứng phản ánh các quy luật biến đổi không gian và thời gian của chúng. Kết quả luận án đã lập được bản đồ phân vùng ĐCCT địa hệ và phân chia cấu trúc nền thành phố Hà Nội tỷ lệ 1:50.000.

3. Tác động của hệ thống KTĐT và MTXQ Hà Nội đã được hệ thống hóa và phân tích theo hình thức và bản chất của tác động, từ đó định hướng cho đánh giá và dự báo tai biến liên quan. Hiện tại và trong tương lai thực hiện quy hoạch mở rộng và phát triển thủ đô, nhiều hệ thống công trình hiện đại và công trình ngầm cũng như khai thác kinh tế lãnh thổ sẽ có quy mô rất lớn, chúng tác động mạnh mẽ và sâu sắc vào MTĐC. Do đó, các tai biến ĐC – ĐKTMT đô thị cũng sẽ có quy mô lớn hơn, đa dạng và phức tạp hơn.

4. Hiện tượng tai biến sụt lún mặt đất do san lấp nền, xây dựng công trình và khai thác nước ngầm biến đổi theo không gian phân bố đất yếu phù hợp với bản đồ cấu trúc nền, đồng thời chúng cũng diễn biến phức tạp theo thời gian. Kết quả đã thành lập được các bản đồ dự báo sụt lún mặt đất. Hậu quả của chúng dẫn đến các sự cố công trình, ngập lụt thành phố, hiện tượng ma sát âm cũng được định lượng hóa trên các bản đồ tương ứng.

5. Tai biến ĐC – ĐKTMT liên quan đến xây dựng công trình ngầm dạng điểm rất đa dạng và phức tạp. Theo đánh giá về cấu trúc nền các nguy cơ tai biến dễ xảy ra và có cường độ lớn ở các cấu trúc nền III và IV. Các hiện tượng tai biến do biến dạng thấm dễ xảy ra ở cấu trúc nền

II, tiếp đến là cấu trúc nền III và cấu trúc nền I. Chúng được minh chứng qua các kết quả tính toán áp lực đất lên tường chắn, biến dạng thấm và bục đáy hố đào.

6. Tai biến ĐKT liên quan đến thi công công trình ngầm dạng tuyến (metro). Các tai biến chủ yếu là sập vòm hầm, trượt thành hầm và bùng nền ở đáy hầm, nước và bùn cát chảy vào hầm. Các hiện tượng này xảy ra phụ thuộc chủ yếu vào cấu trúc nền và giải pháp thi công đào hầm. Vấn đề sụt lún mặt đất liên quan đến thi công xây dựng công trình ngầm dạng tuyến phụ thuộc vào chiều sâu, đường kính hầm, cấu trúc nền và công nghệ thi công. Kết quả tính toán dự báo lún mặt đất do công trình ngầm tuyến Metro số 2 bằng phần mềm Geostucture analysis cho thấy: Đối với cấu trúc nền I và II (C5 và C9) độ lún nhỏ, cấu trúc nền III (KX62) có đất yếu dày nên độ lún lớn hơn; chuyển vị ngang rất nhỏ từ 1,5 đến 3,2mm. Hầm càng gần mặt đất độ lún càng lớn, càng xuống sâu thì độ lún giảm nhưng phễu lún càng mở rộng. Trong vùng phễu lún, biến dạng lún nhỏ, ít ảnh hưởng đến công trình xây dựng.

7. Hiện tượng Karst, trong khu vực nghiên cứu chỉ có hệ tầng đá vôi Đồng Giao, hệ tầng Na Vang và hệ tầng Thác Bà. Đá vôi chủ yếu lộ ra ở một số dải phía tây và tây nam, ngoài ra còn một vùng phủ kế cận với chúng. Kết quả nghiên cứu cho thấy ở đây hiện tượng Karst hình thành nên các quy luật: Phát triển theo phương thẳng đứng bao gồm 4 bậc hang ngầm và 4 bậc hang nằm trên mặt đất, tương ứng với quá trình nâng hạ mặt đất và mực xâm thực của địa phương. Phát triển theo phương ngang TB - ĐN, ĐB - TN trùng với các đứt gãy trong khu vực. Karst vùng phủ, khi lớp phủ mỏng và có hoạt động khai thác NĐĐ làm hạ thấp mực nước trong các hang động Karst gây ra hiện tượng sụt lún hình thành các hố sụt Karst ảnh hưởng đến an sinh xã hội. Kết quả đã lập được sơ đồ đánh giá Karst thành phố Hà Nội tỷ lệ 1:50.000.

II. KIẾN NGHỊ

- Để có đầy đủ cơ sở khoa học phục vụ cho công tác triển khai quy hoạch chung thành phố Hà Nội và tiến hành quy hoạch chi tiết các khu vực cần phải có nghiên cứu lập bản đồ cấu trúc nền, bản đồ địa chất thủy văn và bản đồ tai biến ĐC - ĐKTMT thành phố Hà Nội làm cơ sở khoa học và cung cấp các tài liệu và số liệu chính thống cho chính quyền thành phố.

**DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CỦA TÁC GIẢ
LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN**

1. **Nguyễn Văn Vũ**, Nguyễn Huy Phương, Trần Mạnh Liễu, Nguyễn Huy Quang, Nguyễn Văn Thương (2019), “Đánh giá, dự báo lún mặt đất thành phố Hà Nội do san lấp nền và xây dựng công trình trên móng nông”, *Kỷ yếu hội nghị khoa học toàn quốc VIETGEO 2019*, tr. 256-262.
2. **Nguyễn Văn Vũ**, Trần Mạnh Liễu, Nguyễn Huy Phương, Nguyễn Văn Thương (2019), "Nghiên cứu phân chia cấu trúc nền thành phố Hà Nội và đánh giá khả năng xây dựng của chúng", *Kỷ yếu hội nghị khoa học toàn quốc VIETGEO 2019*, tr. 201-210.
3. **Nguyen Van Vu**, Tran Manh Lieu, Nguyen Ngoc Truc. A Methodology to Evaluate and Forecast Environ – Geotechnical Hazards in the Central area of Hanoi.18th International Multidisciplinary Scientific Geoconference Sgem 2018, Volume 18, Issue 1.2, 30 June - 09 July, 2018, Pages 293-300; doi:10.5593/Sgem2018 WWW.Sgem.org
4. **Nguyen Van Vu**, Nguyen Van Thuong, Nguyen Ngoc Truc. Characteristics of Geotechnical and Environmental Hazards in Hanoi area. VietGeo 2018, Pages 510-516.
5. **Nguyễn Văn Vũ**, Trần Mạnh Liễu, Nguyễn Huy Phương (2019), "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", *Tap chí KHCN Xây dựng – Số 4/2019*, tr. 39-48.