SỤT LÚN MẶT ĐẤT TẠI KHU VỰC PHÍA TÂY THÀNH PHỐ HÀ NỘI, NGUYÊN NHÂN VÀ GIẢI PHÁP XỬ LÝ

Vũ Ngọc Bình, Vương Xuân Huynh
Viện Thủy công
Nguyễn Văn Bình
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường

Tóm tắt: *Kết quả nghiên cứu về cấu trúc địa chất, đặc điểm và cơ chế hình thành các hố sụt tại khu vực phía tây Hà Nội đã xác định được nguyên nhân gây sụt lún bề mặt đất. Bài báo cũng phân tích nguyên nhân gây sụt lún tại xã Quảng Bị huyện Chương Mỹ, thành phố Hà Nội từ đó đưa ra giải pháp xử lý nhằm ổn định hố sụt và an toàn cho các hộ dân xung quanh, khuyến nghị cho công tác khảo sát địa chất và khoan khai thác nước dưới đất trong vùng karst.*
Từ khóa: *Cấu trúc địa chất, sụt lún mặt đất, hang karst, nước ngầm, giải pháp xử lý.*

Summary: *The results of reseach on geological structure, characteristics and forming mechanism of sinkholes at western area of Hanoi have identified the cause of land subsidence. The article also analyzes the cause of subsidence in Quang Bi commune, Chuong My district, Hanoi city, then offers solutions to stabilize the sinkholes and safety for the surrounding households, recommendations for work investigation geological and drilling underground water in the karst region.*
Keyword: *Geological structure, subsidence ground, karst cave, underground water, processding solution*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khu vực phía tây thành phố Hà Nội bao gồm các huyện Quốc Oai, Chương Mỹ và Mỹ Đức được thành tạo bởi các trầm tích Holocen, Pleistocen phủ lên chủ yếu là các trầm tích Cacbonate (đá vôi) thuộc hệ tầng Đồng Giao ($T_2a\text{đ}g$) và Na Vang (P_2nv). Với đặc điểm là loại đá có tính chất dễ hòa tan, quá trình phong hóa và các hoạt động kiến tạo đã làm cho tầng đá này bị nứt nẻ mạnh, trong đá thường chứa các hang hốc karst.

Hiện tượng sụt lún đã xảy ra ở nhiều nơi tại khu vực phía tây thành phố Hà Nội, phần lớn do tác động của các hoạt động của con người như khoan giếng lấy nước, xây dựng công trình, khai đào. Một số ít các hố sụt xảy ra do tác động của trọng lượng bản thân khối đất gây ra. Nhiều vụ sụt lún đã phá hủy gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến tài sản của nhân dân trong khu vực. Việc xác định được các nguyên nhân gây sụt lún và tìm giải pháp khắc phục nhằm giảm thiểu những thiệt hại cần được nghiên cứu.

2. ĐẶC ĐIỂM PHÂN BỐ TRẦM TÍCH ĐỆ TỨ KHU VỰC PHÍA TÂY HÀ NỘI

Đặc điểm trầm tích Đệ tứ khu vực phía tây Hà Nội được phân bố bởi các trầm tích theo quy luật từ hạt mịn đến hạt thô, trải qua các quá trình lắng đọng trầm tích theo các thời kỳ từ Holocen đến Pleistocen với các hệ tầng Thái Bình, Hải Hưng, Vĩnh Phúc và Hà Nội. Kết quả nghiên cứu đã phân chia cấu trúc nền tại khu vực phía tât Hà Nội thành các kiểu sau [2]:

Ngày nhận bài: 25/5/2021
Ngày thông qua phản biện: 16/8/2021
Ngày duyệt đăng: 06/12/2021

Kiểu 1: sự có mặt đầy đủ các trầm tích Holocen và Pleistocen bao hồm của các hệ tầng Thái Bình (aQ_2^3tb), Hải Hưng (bm, $amQ_2^{1-2}hh$), Vĩnh Phúc (aQ_1^3vp) và Hà Nội (ap, $aQ_1^{2-3}hn$) phủ lên trầm tích cacbonat là đá vôi thuộc hệ tầng Na Vang (P_2nv). Kiểu 1 phân bố tại các khu vực Cấn Hữu, Liệp Tuyết huyện Quốc Oai, cầu sông Tích và một số khu vực trên tuyến đại lộ Thăng Long, thị trấn Chúc Sơn, huyện Chương Mỹ.

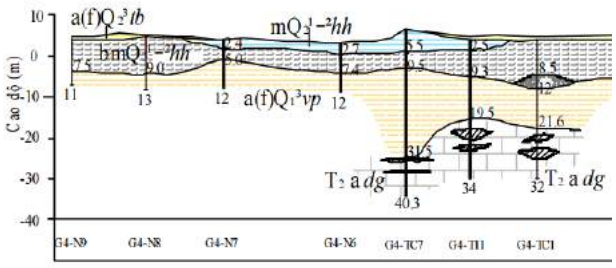
Kiểu 2: phân bố các trầm tích Pleistocen gồm các trầm tích của hệ tầng Vĩnh Phúc bao gồm trầm tích lòng sông gồm cát hạt thô màu nâu vàng và sét lẫn sạn nhỏ (aQ_1^3vp) và sét bột đến cát màu nâu vàng, nâu đỏ lẫn sạn nguồn gốc sông – lũ của hệ tầng Hà Nội ($apQ_1^{2-3}hn$) phủ lên đá vôi của hệ tầng Đồng Giao ($T_2a\text{đ}g$) và Na Vang (P_2nv). Kiểu 2 phân bố ở khu vực phía tây huyện Quốc Oai, Miếu Môn (Mỹ Đức), khu vực các xã Hòng Văn Thụ, Thống Nhất, Đại Yên, Đại Đồng, Phú Nghĩa huyện Chương Mỹ.

Kiểu 3: gồm các trầm tích bột sét đến cát hạt nhỏ của hệ tầng Thái Bình (aQ_2^3tb), sét bột đến cát hạt nhỏ màu xám nâu của hệ tầng Hải Hưng (m, bm, am $Q_2^{1-2}hh$) và sét bột đến cát hạt thô màu xám vàng của hệ tầng Vĩnh Phúc (aQ_1^3vp) phủ không chỉnh hợp lên đá vôi hệ tầng Đồng Giao ($T_2a\text{đ}g$).

Kiểu 4: gồm các trầm tích sét, bột đến cát hạt nhỏ màu xám nâu của hệ tầng Thái Bình (aQ_2^3tb), sét bột có màu loang lổ, bị laterit hóa đến cát hạt thô vừa màu xám vàng, lẫn sạn sỏi của hệ tầng Vĩnh Phúc và sét bột màu nâu vàng, nâu đỏ đến cát cuội sỏi thuộc hệ tầng Hà Nội (a, $apQ_1^{2-3}hn$) phủ không chỉnh hợp lên đá vôi của các hệ tầng Đồng Giao ($T_2a\text{đ}g$) và Na Vang (P_2nv). Kiểu trầm tích này phân bố tại khu vực phía tây huyện Quốc Oai, huyện Chương Mỹ, một phần khu vực xã Đồng Tâm, huyện Mỹ Đức.

Bảng 1: Đặc điểm trầm tích đệ tứ khu vực phía tây Hà Nội [2]

Tuổi	Mô tả trầm tích
aQ_2^3tb	Trầm tích bãi bồi, hệ tầng Thái Bình: Sét bột, bột sét đến cát hạt nhỏ, hạt mịn màu xám nâu, vàng nhạt
$mQ_2^{1-2}hh$	Trầm tích biển, hệ tầng Hải Hưng: Sét màu xám xanh, dẻo, mịn
$bmQ_2^{1-2}hh$	Trầm tích đầm lầy ven biển, hệ tầng Hải Hưng: Sét bột, bột sét chứa vật chất hữu cơ màu xám, đen
$amQ_2^{1-2}hh$	Trầm tích sông- biển, hệ tầng Hải Hưng: Cát hạt nhỏ, mịn vừa màu xám, nâu xám
aQ_1^3vp	Trầm tích sông, bãi bồi, hệ tầng Vĩnh Phúc: Sét bột có màu loang lổ, bị laterit hóa đến cát hạt thô vừa màu xám vàng, lẫn sạn sỏi.
$apQ_1^{2-3}hn$	Trầm tích sông-lũ, hệ tầng Hà Nội gồm: Tập 2 - Cát màu nâu vàng lẫn sạn nhỏ; Tập 3: Sét bột màu nâu đỏ, nâu vàng lẫn sạn.
$aQ_1^{2-3}hn$	Trầm tích lòng sông, hệ tầng Hà Nội: Cuội sỏi lẫn cát hạt thô vừa màu xám vàng
$T_2a\text{đ}g$	Đá vôi hệ tầng Đồng Giao
P_2nv	Đá vôi hệ tầng Na Vang



Hình 1: Mặt cắt trầm tích Đệ tứ khu vực hồ Quan Sơn - Mỹ Đức [2]

Với những khu vực có cấu trúc địa chất phía

trên có chứa tầng cát mịn bở rời aQ_2^3tb và tầng đất yếu am $Q_2^{1-2}hh$, phía dưới là tầng đá vôi nứt nẻ rất mạnh, có chứa hệ thống hang karst ngầm (T_2a *đg*) hoặc Na Vang (P_2nv) thì khả năng gây sụt lún mặt đất khi khoan khảo sát hoặc khoan khai thác nước ngầm dễ xảy ra.

3. NGUYÊN NHÂN GÂY SỤT LÚN MẶT ĐẤT

3.1. Lún sụt do tải trọng bản thân

Khu vực các hang hốc karst nằm nông, phía trên là các lớp bồi tích hoặc đất tàn tích, quá trình vận động của nước dưới đất đã tạo thành các hang, các hang này bị rửa trôi tạo thành các hang rỗng, vòm hang đã bị bào chỉ còn lại lớp đá vôi rất mỏng, hoặc là lớp sét tàn tích phong hóa. Dưới tác dụng của tải trọng bản thân của các lớp đất mặt hoặc lực tác động rất nhỏ từ phía trên cũng gây sập mái vòm của hang karst tạo thành hố sụt trên mặt đất.

Hình 2: Hố sụt tại Xuy Xá, Mỹ Đức, Hà Nội (2019) [5]

3.2. Khoan khai thác nước ngầm

Một số khu vực đã xảy ra sụt lún mặt đất từ năm 1993 đến nay do khoan khai thác nước ngầm khá phổ biến tại các huyện như Quốc Oai, Mỹ Đức. Tại Quốc Oai đã xảy ra ở thôn Yên Nội, xã Đồng Quang (1993, 2006), thị trấn Quốc Oai (2008), xã Yên Sơn, Liệp Tuyết (2014); Tại Mỹ Đức: thôn Phú Liễn xã Hợp Đức (2006), thôn Thượng, xã Xuy Xá, thôn Áng Hạ xã Lê Thanh (2011), thôn Lê Xá, xã Lê Thanh (2014). Đặc điểm của các hố sụt này là có đường kính lớn từ vài mét đến 20-50m, sâu từ 1mét đến 5-6m. Các hố sụt đều khoan đến độ sâu từ 40 đến 60m vào tầng đá vôi nứt nẻ gây mất nước và sụt lún. Nguyên nhân gây ra các hố sụt tại khu vực này đều được đánh giá là do liên quan đến các hang karst ngầm dưới lòng đất.

Hình 3: Hố sụt tại xóm 16 thôn Áng Hạ, Lê Thanh, Mỹ Đức

3.3. Xây dựng công trình

Quá trình xây dựng công trình do chất tải lớn dẫn đến sụt lún mặt đất gây hư hại công trình như tại thôn Hòa Lạc, xã An Tiến, huyện Mỹ Đức (2019), hố sụt có chiều dài khoảng 25m, rộng 20m, sâu 4-5m, nuốt trôi tầng 1 căn nhà đang xây dựng [4]. Nguyên nhân được đánh giá lafg do tại trọng công trình khi xây dựng đã tác động xuống dưới lòng đất nơi có hang rỗng làm sập vòm hang karst.

Hình 4: Hố sụt do xây dựng nhà tại Mỹ Đức

4. PHÂN TÍCH NGUYÊN NHÂN SỰ CỐ LÚN SỤT TẠI XÃ QUÀNG BỊ, HUYỆN CHƯƠNG MỸ VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP XỬ LÝ

4.1. Sự cố sụt lún tại xã Quảng Bị

Vào 9h ngày 6-4, gia đình ông Đặng Đình Nhâm sống tại thôn 2, xã Quảng Bị đã khoan giếng lấy nước ngầm phục vụ sinh hoạt. Khi

khoan đến độ sâu khoảng 40m, gặp tầng đá gốc và rút mũi khoan lên để lắp đặt kết cấu giếng khoan đến khoảng 16h bắt đầu xảy ra hiện tượng sụt lún đất. Ban đầu hố sụt có diện tích khoảng 30m^2, đến 16h ngày 7/4/2021 đã tăng lên, với chiều dài khoảng 15m, chiều rộng khoảng 6-8m, chiều sâu 5m. Hố sụt đã "nuốt" trọn giàn khoan, cuốn theo cả bể nước ngầm và cây lộc vừng cao 6m, cột điên bị kéo tụt xuống dưới. Khu vực miệng hố nằm trước mặt tiền 3 căn nhà (một tầng, ba tầng và năm tầng) và bị moi đất sụt lún vào phần móng trước nhà dẫn đến bị trơ, gẫy móng, mặt đường gần hố cũng xuất hiện nhiều vết nứt.

Hình 5: Hố sụt tại xã Quảng Bị, huyện Chương Mỹ (tháng 4/2021)

4.2. Nguyên nhân gây sụt

Cơ chế sụt lún do quá trình khoan:

- Khi khoan vào tầng đất yếu, cát hạt mịn bở rời có lực dính kết thấp, dễ bị rửa trôi, dung dịch khoan rửa trôi một phần trầm tích hạt mịn, đất yếu và tạo ra khoảng rỗng trong nền đất, ban đầu kích thước khoảng rỗng còn nhỏ, chưa gây ra lún - sụt.

- Khi mũi khoan chạm vào tầng đá vôi nứt nẻ mạnh (có thể có hang karst ngầm), phần lớn dung dịch khoan (nước rửa) mang theo các vật liệu mịn, bở rời bị hút mạnh vào trong các khe nứt và hang karst ngầm tạo ra sự chênh lệch về gradient thủy lực khá lớn. Tốc độ rửa trôi vật liệu tăng nhanh, khoảng rỗng trong đất được mở rộng hơn, vòm của khoảng rỗng trong tầng phủ mở rộng dần về phía mặt đất.

- Khi vòm của khoảng rỗng được mở rộng, chiều dày của tầng phủ phía trên vòm của khoảng rỗng bị giảm xuống, khi đó lực dính kết, độ bền của tầng trầm tích phía trên giảm xuống tới mức thấp nhất, trạng thái cân bằng giữa độ bền và lực phá hoại bị phá vỡ và hiện tượng lún sụt xảy ra với tốc độ nhanh.

Như vậy bản chất của quá trình lún - sụt là do quá trình rửa trôi vật liệu mịn trong các tầng trầm tích hạt mịn, bở rời tạo ra các khoảng rỗng trong đất và kết quả gây phá hủy tầng phủ phía trên của khoảng rỗng. Khe nứt (hoặc hang karst ngầm) đóng vai trò là đường dẫn và nơi chứa các vật liệu mịn đã bị dòng nước rửa trôi khỏi vị trí ban đầu từ phía trên chuyển xuống. Hiện tượng lún-sụt sẽ không xảy ra nếu như không có đường dẫn (hố khoan, các khe nứt, hang karst ngầm) và di chuyển vật liệu mịn ra khỏi vị trí ban đầu.

Cấu trúc địa chất vị trí sụt lún

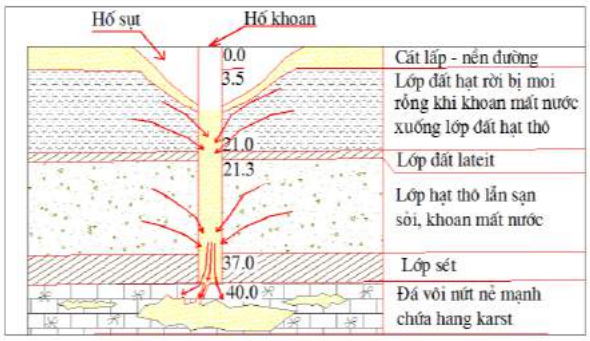
Theo kết quả mô tả địa tầng trong quá trình khoan giếng và điều tra các giếng khoan nông lân cận. Địa tầng vị trí sụt lún được mô tả như sau:

Bảng 2: Địa tầng vị trí hố sụt tại xã Quảng Bị

Độ sâu	Mô tả
0,0-3,5	Đất đắp nền đường: cát lấp, base, subase...
3,0 – 21,0	Sét pha, cát pha, cát hạt nhỏ, hạt mịn
21,0- 21,3	Đất sét cứng - laterit
21,3-37,0	Cát hạt thô (khoan bị mất nước)
37,0 - 40,0	Sét xám vàng
>40	Đá vôi phong hóa nứt nẻ mạnh

Như vậy, với cấu trúc địa chất như trên ta thấy: phần trên đến độ sâu 37m đa phần là các trầm tích hạt rời, có sức kháng cắt nhỏ, từ 3-21m là các trầm tích thuộc hệ tầng Thái Bình (aQ_2^3tb) gồm (cát, cát pha, sét pha). Do quá trình khoan không chống ống cũng như không có dung dịch giữ thành nên các lớp đất hạt rời cũng đã bị phá

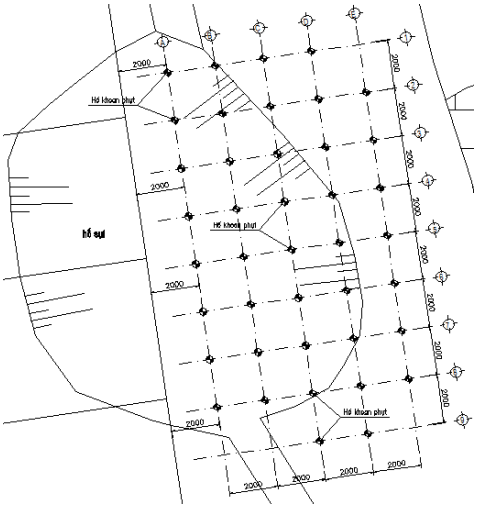
hủy ở xung quanh thành hố khoan. Khi khoan đến độ sâu 21m, gặp một lớp đất sét dạng laterit, có thể là trầm tích thuộc bề mặt của hệ tầng Vĩnh Phúc (aQ_1^3vp). Từ 21,3 đến 37,0 quá trình khoan bị mất nước, có thể đã khoan vào tầng cát hạt thô lẫn sạn sỏi, quá trình này đã làm moi đất phía trên và vận chuyển một phần xuống tầng cát thô này và đã tạo thành vòm rỗng ở phía trên. Khi khoan đến độ sâu 40m vào tầng đá vôi nứt nẻ có mực nước ngầm khá sâu (khoảng 45-50m) [2], với áp lực nước phía trên và các vật liệu rời đã bị phá hủy sẽ bị hút toàn bộ xuống tầng đá nứt nẻ (có thể có hang karst làm cho vòm rỗng phát triển rộng hơn, độ bền của lớp đất bề mặt giảm, vòm rỗng tiếp tục phát triển và lan rộng đến khi lực cân bằng giữa kết cấu các lớp mặt đường bị phá hủy gây sụt lún bề mặt.



Hình 6: Mô phỏng quá trình gây sụt đất ở xã Quảng Bị, huyện Chương Mỹ

4.3. Giải pháp xử lý sự cố

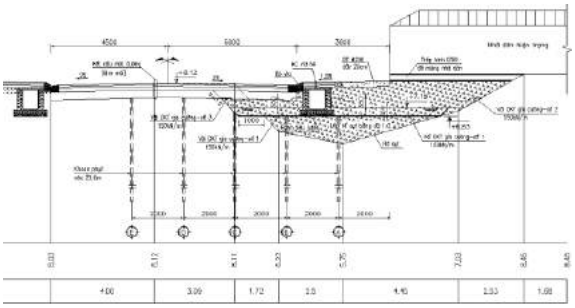
Để xử lý hố sụt và nền rỗng hố sụt, đơn vị tư vấn đã chọn giải pháp khoan phụt vữa xi măng kết hợp bentonite với số lượng 41 hố, khoảng cách các hố là 2.0m nhằm tăng cường độ và lấp đầy các vị trí còn bị rỗng, đông cứng khu vực hố sụt, tăng khả năng chống thấm và chịu lực của đất nền sau khi đã bị biến động. Giải pháp này vừa có tác dụng gia cố vừa có tác dụng kiểm tra độ rỗng của nền, vì khi bị rỗng lượng mất vữa xi măng sẽ lớn hơn bình thường, vì vậy hoàn toàn có thể phát hiện và điền đầy các lỗ rỗng trong nền, quá trình phụt vữa cần giám sát một cách chặt chẽ.



Hình 7: Sơ đồ bố trí khoan phụt tại hố sụt tại xã Quảng Bị, huyện Chương Mỹ

Vật liệu lấp hố sụt được lựa chọn là đá 1x2, đây vừa là vật liệu lọc, có độ biến dạng thấp, đặc biệt khi kết hợp khoan phụt sẽ tạo khối cứng, giúp giảm lún và biến dạng khi có tải trọng xe và hoạt tải phía trên. Tiếp đến chúng tôi sử dụng 2 lớp vải địa kỹ thuật gia cố có cường độ 150kN/m, loại vật liệu này vừa có tác dụng lọc và còn tác dụng phân bố đều tải trọng phía trên xuống nền.

Với móng của nhà dân đã bị trơ ra, hở toàn bộ, để đảm bảo an toàn không bị đổ sập trong quá trình thi công xử lý hố sụt cần đặt các thanh thép I250 chống xuống nền, và bơm vữa xi măng nhằm cứng hóa nền dưới các thanh thép I250 chống đỡ. Sau đó thi công lại rãnh tiêu nước và vỉa hè bị hư hỏng. Với mặt đường đã bị nứt dăm phía ngoài hố sụt, nhằm đảm bảo an toàn sẽ làm lại toàn bộ kết cấu mặt đường nhựa trong phạm vi dài 26.0m.



Hình 8: Mặt cắt ngang xử lý hố sụt tại xã Quảng Bị, huyện Chương Mỹ

**** Các bước thực hiện xử lý hố sụt***

+ Bước 1: Đổ đá 1x2 lấp hố sụt, đầm chặt đến cao trìnnh + 6.83. Bơm vữa xi măng gia cố móng các nhà dân, dùng I250 chống các vị trí xung yếu của ba hộ dân tại vị trí sụt lún;

+ Bước 2: Tiến hành khoan phụt vữa xi măng-bentonite (hàm lượng 150kg xi măng + 50kg bentonite) gia cố hố sụt và nền hố sụt;

+ Bước 3: Sau khi gia cố nền xong, tiến hành đắp tiếp và trải vải địa kỹ thuật gia cường số 1 (cường độ 150 kN/m), neo vải sâu vào trong vách hố sụt

+ Bước 4: Thi công rãnh tiêu nước mưa của đường giao thông;

+ Bước 5: Đổ đá base đến cao trình +7.18, trải vải địa kỹ thuật gia cường số 2;

+ Bước 6: Đổ đá base đến cao trình thiết kế nền đường. Sau đó thử tải khoảng 30 ngày;

+ Bước 7: Thi công lại bó vỉa, vỉa hè và mặt đường nhựa bị hư hỏng trong phạm vi dài 26m;

+ Bước 8: Sau khi hoàn thiện các khâu xử lý. Tiến hành theo dõi, quan trắc tại vị trí hố sụt trong vòng 12 tháng.

5. KẾT LUẬN

Kết quả phân tích các nguyên nhân gây sụt lún mặt đất tại khu vực phía tây thành phố Hà Nội chủ yếu như sau:

- Cấu trúc địa chất phía trên là các trầm tích bở rời như cát pha, cát hạt mịn hoặc lớp đất yếu, có sức kháng cắt nhỏ; phía dưới phân bố lớp đá vôi thuộc hệ tầng Đồng Giao ($T_2a\hat{d}g$) hoặc Na Vang (D_2nv), đây là loại đá bị nứt nẻ mạnh, có tính hòa tan, trong đá chứa nhiều hang hốc karst có mực nước ngầm trong tầng đá vôi nằm sâu.

- Các hoạt động xây dựng công trình như xây nhà, đường xá, cầu cống làm tăng tải trọng dẫn đến sập vòm hang.

- Do khoan khai thác nước ngầm: đã moi đất từ các trầm tích hạt rời phía trên xuống tầng đá nứt nẻ phía dưới tạo ra vòm rỗng gây sụt lún bề mặt.

Khuyến nghị:

- Với vùng hoạt động karst như khu vực phía tây Hà Nội cần giám sát chặt chẽ các công tác khảo sát địa chất trước khi xây dựng công trình đặc biệt công tác khoan giếng trong các hộ dân vì đã xảy ra nhiều sự cố sụt lún liên quan đến khoan khai thác nước ngầm gây hư hại công trình.

- Khuyến các các hộ dân chỉ khai thác nước trong tầng nông, trầm tích cát Holocen (độ sâu nhỏ hơn 20m) tuyệt đối không khoan khai thác nước trong tầng đá vôi có chứa các hang hốc karst.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Bản đồ địa chất và khoáng sản Việt Nam tỷ lệ 1/200.000 tờ Hà Nội

[2] Nguyễn Văn Bình (2015), Luận án tiến sỹ địa chất, *Nghiên cứu đặc điểm trầm tích Đệ tứ và mối liên hệ với hiện tượng lún mặt đất ở khu vực phía tây thành phố Hà Nội*.

[3] Viện Thủy công (2021), Thuyết minh xử lý khẩn cấp hố sụt tại thôn 2. Xã Quảng Bị, huyện Chương Mỹ, TP Hà Nội.

[4] Mỹ Đức (Hà Nội): Rùng rợn những "hố tử thần" nuốt trôi cả căn nhà 2 tầng, https://tapchitaichinh.vn

[5] *Xác định nguyên nhân gây lún bất thường tại xã Xuy Xá, huyện Mỹ Đức, TP Hà Nội,* http://www.nawapi.gov.vn