

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**

HOÀNG ANH TUẤN

**NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP HẠ MỨC NƯỚC NGẦM
TRONG THI CÔNG HỒ ĐÀO SÂU Ở HẢI PHÒNG**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT XÂY DỰNG CÔNG
TRÌNH DÂN DỤNG VÀ CÔNG NGHIỆP**

CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH DD&CN

MÃ SỐ: 60.58.02.08

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:
PGS.TS. NGUYỄN ĐỨC NGUÔN**

Hải Phòng, 2017

LỜI CẢM ƠN

Đầu tiên tôi xin gửi tới các thầy: PGS.TS Nguyễn Đức Nguôn, Ban chủ nhiệm khoa Sau đại học, Ban giám hiệu trường Đại học Dân Lập Hải Phòng lời chúc sức khỏe và lời cảm ơn chân thành nhất. Các thầy đã hướng dẫn, giúp đỡ tôi trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu và làm luận văn.

Trong thời gian làm luận văn, tôi luôn cố gắng để tránh những sai sót, nhưng điều đó vẫn có thể xảy ra trong luận văn này. Rất mong được sự góp ý của các thầy cô và bạn đọc.

Xin chân thành cảm ơn!

Hà Nội, tháng năm 2016

Tác giả luận văn

Hoàng Anh Tuấn

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan luận văn thạc sỹ này là công trình nghiên cứu khoa học độc lập của tôi. Các số liệu khoa học, kết quả nghiên cứu của luận văn là trung thực và có nguồn gốc rõ ràng.

TÁC GIẢ LUẬN VĂN

Hoàng Anh Tuấn

DANH MỤC BẢNG, BIỂU

Số hiệu bảng, biểu	Tên bảng, biểu
<i>Bảng 1.1</i>	<i>Tính năng kỹ thuật của máy bơm nước</i>
<i>Bảng 1.2</i>	<i>Quy cách vật liệu hạt</i>
<i>Bảng 2.1</i>	<i>Bảng tra bán kính ảnh hưởng</i>
<i>Bảng 2.2</i>	<i>Hệ số η</i>
<i>Bảng 2.3</i>	<i>Hệ số cấp nước m</i>
<i>Bảng 2.4</i>	<i>Công thức tính kinh nghiệm tính bán kính ảnh hưởng</i>
<i>Bảng 2.5</i>	<i>Khoảng cách giữa các ống kim lọc</i>
<i>Bảng 2.6</i>	<i>Trị số kinh nghiệm của hệ số thẩm thấu</i>
<i>Bảng 2.7</i>	<i>Phạm vi áp dụng các phương pháp hạ mực nước ngầm</i>
<i>Bảng 3.1</i>	<i>Bảng tóm tắt các đề xuất</i>

DANH MỤC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ

Số hiệu hình	Tên hình
<i>Hình 1.1</i>	<i>Nước ngấm vào hố móng</i>
<i>Hình 1.2</i>	<i>Máng hở thoát nước</i>
<i>Hình 1.3</i>	<i>Giếng thám</i>
<i>Hình 1.4</i>	<i>Phễu rút nước khi hút nước trong giếng</i>
<i>Hình 1.5</i>	<i>Một hang giếng khi hố móng hẹp</i>
<i>Hình 1.6</i>	<i>Hai hang giếng khi hố móng rộng</i>
<i>Hình 1.7</i>	<i>Giếng bố trí hai cấp khi hố móng sâu</i>
<i>Hình 1.8</i>	<i>Giếng bố trí nhiều cấp khi hố móng sâu</i>
<i>Hình 1.9</i>	<i>Cấu tạo ống kim lọc</i>
<i>Hình 1.10</i>	<i>Cấu tạo vòi phun</i>
<i>Hình 1.11</i>	<i>Cấu tạo giếng điểm phun</i>
<i>Hình 1.12</i>	<i>Giếng điểm ống</i>
<i>Hình 1.13</i>	<i>Ống lọc nước bằng gang đúc</i>
<i>Hình 1.14</i>	<i>Sơ đồ lỗ khoan hạ mực nước ngầm có bơm sâu</i>
<i>Hình 1.15</i>	<i>Nguyên tắc điện thám để hạ mực nước ngầm</i>
<i>Hình 2.1</i>	<i>Sơ đồ tính toán các giếng hoàn chỉnh</i>
<i>Hình 2.2</i>	<i>Sơ đồ tính toán các giếng không hoàn chỉnh</i>
<i>Hình 2.3</i>	<i>Biểu đồ xác định hàm f</i>
<i>Hình 2.4</i>	<i>Biểu đồ xác định V</i>
<i>Hình 2.5</i>	<i>Sơ đồ tính lượng nước ngầm thấm vào giếng không hoàn chỉnh</i>
<i>Hình 2.6</i>	<i>Độ sâu chôn giếng điểm</i>
<i>Hình 2.7</i>	<i>Giếng hút nước không hoàn chỉnh 1 hàng với một nguồn nước</i>

Hình 2.8	Giếng không hoàn chỉnh bố trí 1 hàng ở giữa 2 nguồn nước
Hình 2.9	Giếng không hoàn chỉnh bố trí 2 hàng ở giữa 2 nguồn nước
Hình 2.10	Giếng hoàn chỉnh, 1 giếng với 1 nguồn nước
Hình 2.11	Đất xung quanh trong hố móng bị trôi
Hình 2.12	Hạ mực nước ngầm ở bên hố móng làm cho đất xung quanh lún không đều
Hình 2.13	Dung cọc bơm xi măng JST để ngăn ngừa phun trào
Hình 2.14	Phạm vi áp dụng hạ mực nước ngầm ở hiện trường
Hình 3.1	Bản đồ vị trí địa lý thành phố Hải Phòng
Hình 3.2	Bản đồ địa hình thành phố Hải Phòng
Hình 3.3	Tóm tắt thuyết minh phân vùng địa chất công trình thành phố Hải Phòng
Hình 3.4	Địa tầng vùng I-A
Hình 3.5	Địa tầng vùng I-B
Hình 3.6	Địa tầng vùng II-C
Hình 3.7	Địa tầng vùng II-D-1
Hình 3.8	Địa tầng vùng II -D-2
Hình 3.9	Địa tầng vùng II -D-3
Hình 3.10	Địa tầng vùng II -D-4
Hình 3.11	Địa tầng vùng II -D-5
Hình 3.12	Địa tầng vùng II -D-6
Hình 3.13	Địa tầng vùng II -D-7
Hình 3.14	Địa tầng vùng II -D-8
Hình 3.15	Nước ngầm tác dụng lên nền công trình khu vực I-A,B
Hình 3.16	Nước ngầm tác dụng lên nền công trình khu vực II
Hình 3.17	Sơ đồ về các quan trắc hố đào sâu trong thi công

PHẦN MỞ ĐẦU

1. Sự cần thiết của vấn đề nghiên cứu:

Trong những năm gần đây cùng với cả nước trong quá trình thực hiện công cuộc công nghiệp hoá, hiện đại hóa đất nước, ngành Xây dựng Việt Nam đã có những góp phần không nhỏ nhằm đổi mới bộ mặt Hải Phòng cũng như các đô thị trong cả nước. Các đô thị ngày càng phát triển, mật độ dân số, mật độ xây dựng ngày càng tăng. Việc sử dụng không gian ngầm xem như là một giải pháp tối ưu trong thời điểm hiện nay.

Tận dụng không gian ngầm có thể xây dựng nhiều loại công trình khác nhau như:

- Các công trình công nghiệp bao gồm các nhà máy, các kho tàng, các dây chuyền công nghệ (như nhà máy luyện kim, cán thép, vật liệu xây dựng,...)
- Các công trình dân dụng công cộng bao gồm các cửa hàng bách hóa, các rạp hát, các công trình dịch vụ công cộng phục vụ phúc lợi xã hội...
- Các bể chứa, bãi đậu xe, gara, tầng hầm nhà cao tầng, các công trình phòng vệ dân sự...
- Các công trình giao thông như đường sắt, công trình ga và đường tàu điện ngầm, các mạng kỹ thuật ngầm như công trình cấp thoát nước, cấp điện, cáp quang...
- Các công trình thủy lợi, thủy điện, các trạm bơm lớn...

Từ đó, việc thi công các công trình trên dẫn đến có rất nhiều loại hố móng sâu khác nhau đòi hỏi người thiết kế, thi công cần phải có những phương pháp kỹ thuật đảm bảo an toàn và hiệu quả kinh tế nhằm tránh ảnh hưởng đến công trình lân cận đã xây dựng trước đó.

Khi thi công hố đào sâu trong điều kiện đất yếu, mực nước ngầm cao và các điều kiện hiện trường phức tạp khác rất dễ sinh ra trượt lở khối đất, mất ổn định móng, thân cọc bị chuyển dịch vị trí, đáy hố trôi lên, kết cấu chắn giữ bị rò nước nghiêm trọng hoặc bị xói ngầm... làm hư hại móng.

Việc xử lý nước ngầm trong thi công hố đào sâu là khâu kỹ thuật rất quan trọng và cần thiết. Nếu nước ngầm ngấm vào trong hố đào sẽ làm cho hố đào bị ngập nước và sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình thi công cũng như độ an toàn của công trình xây dựng. Do đó khi thi công hố đào cần thiết phải có các biện pháp hạ mực nước ngầm và thoát nước tích cực để cho móng được thi công trong trạng thái khô ráo. Vấn đề nghiên cứu và rút ra kinh nghiệm cho việc lựa chọn giải pháp hạ mực nước ngầm hợp lý khi thi công móng cho hố đào sâu ở nước ta là một vấn đề cần được nghiêm túc xem xét rút ra các kinh nghiệm quý báu cho các công trình đã, đang và sẽ tiếp tục xây dựng trong tương lai cho các thành phố của nước ta.

2. Mục đích nghiên cứu:

Đề xuất các phương pháp hạ mực nước ngầm hợp lý cho các công trình có chiều sâu hố đào khác nhau, điều kiện đất nền riêng biệt khác nhau tại khu vực Hải Phòng.

3. Phạm vi nghiên cứu đề tài:

Phạm vi nghiên cứu của luận văn là các phương pháp hạ mực nước ngầm cho hố đào trong thi công hố đào sâu khu vực Hải Phòng.

4. Các phương pháp nghiên cứu:

Nghiên cứu lý thuyết kết hợp tổng kết, phân tích các kết quả khảo sát hiện trường đề xuất ra các giải pháp.

5. Những đề xuất của luận văn:

5.1. Đưa ra được phương pháp hạ mực nước ngầm hợp lý cho kỹ thuật thi công hố đào sâu với các độ sâu và điều kiện địa chất khác nhau của khu vực Hải Phòng.

5.2. Đề xuất quy trình quan trắc trong quá trình hạ mực nước ngầm trong thi công hố đào sâu ở Hải Phòng.

CHƯƠNG 1:

TỔNG QUAN VỀ PHƯƠNG PHÁP HẠ MỤC NƯỚC NGẦM

1.1 Nhu cầu xây dựng tầng hầm và thi công hố đào sâu ở Việt Nam.

Nhà có tầng hầm đã có từ lâu trên thế giới, nó trở thành phổ biến và gần như là một thông lệ khi xây dựng nhà nhiều tầng. Ở châu Âu do đặc điểm đất nền tương đối tốt, mực nước ngầm thấp, kỹ thuật xây dựng tiên tiến và cũng do nhu cầu sử dụng nên hầu như nhà nhiều tầng nào cũng có tầng hầm. Khi xây dựng một khu nhà với yêu cầu không được xây cao người ta thường lợi dụng ưu thế này vì vậy thậm chí có siêu thị chỉ có 2-3 tầng nổi nhưng có tới 2-3 tầng hầm.

Ngay từ lâu ở các nước công nghiệp phát triển, nhu cầu về nhà cửa tăng nhanh, các phương tiện giao thông cũng tăng đáng kể cộng với mức sống cao kéo theo các hoạt động dịch vụ trong khi đó diện tích xây dựng lại hạn hẹp. Nhà nhiều tầng đã đáp ứng được các nhu cầu như: làm kho chứa hàng hoá; làm tầng phục vụ sinh hoạt công cộng như bể bơi, cửa hàng, quán bar; làm gara; làm tầng kỹ thuật; làm nơi cư trú tạm thời khi xảy ra chiến tranh; là nơi chứa tiền, vàng, bạc, đá quý và tài sản quốc gia. . .

Về mặt chuyên môn ta thấy rằng nhà nhiều tầng có tải trọng rất lớn ở chân cột, nó gây ra áp lực rất lớn lên nền và móng, vì vậy khi làm tầng hầm ta đã giảm tải cho móng vì một lượng đất khá lớn trên móng đã được lấy đi, hơn nữa khi có tầng hầm thì móng được đưa xuống khá sâu, móng có thể đặt vào nền đất tốt, cường độ của nền tăng lên (khi ta cho đất thời gian chịu lực). Thêm vào đó tầng hầm sâu nếu nằm dưới mực nước ngầm, nước ngầm sẽ đẩy nổi công trình theo định luật Acsimet như thế nó sẽ giảm tải cho móng công trình và đồng thời cũng giảm lún cho công trình. Đối với nhà nhiều tầng không có tầng hầm, độ sâu ngầm vào đất nông (từ 2-3m), độ ổn định của công

trình không cao do trọng tâm của công trình ở trên cao. Khi nhà có tầng hầm, trọng tâm của công trình sẽ được hạ thấp làm tăng tính ổn định tổng thể của công trình. Hơn nữa tường, cột, dầm sàn của tầng sẽ làm tăng độ ngàm của công trình vào đất, tăng khả năng chịu lực ngang như gió, bão, động đất.

Một số ví dụ về nhà cao tầng có tầng hầm ở Việt Nam:

Qua bảng thống kê trên ta thấy các công trình thường có thống kê từ 1 - 4 tầng hầm, độ sâu hố đào từ 5 - 15 m. Hiện nay, ở thành phố Hà Nội đã khánh thành tòa nhà PACIFIC PLACE tại 83 Lý Thường Kiệt cao 18 tầng và có tới 5 tầng hầm, độ sâu hố đào 19,5m. Tầng hầm trong nhà cao tầng đã là vấn đề quen thuộc trong ngành xây dựng trên thế giới kể cả các nước đang phát triển, nó rất phù hợp cho các thành phố tương lai được thiết kế hiện đại, đảm bảo được yêu cầu về môi sinh, môi trường và đáp ứng các sở thích của con người. Ta có thể nói rằng tầng hầm trong nhà nhiều tầng là một nhu cầu khách quan vì nó có những ưu việt ta phải tận dụng. Cho đến nay nhà cao tầng có số tầng hầm ngày càng tăng lên. Từ 1 tầng hầm đến nay Việt nam đã có nhà cao tầng 5 tầng hầm, Hải Phòng đang xây dựng khách sạn Hilton 5 sao và Trung tâm Thương mại, căn hộ cao cấp với tổng vốn đầu tư hơn 2.200 tỷ đồng, dự kiến đưa vào khai thác trong năm 2018.

Như vậy số tầng hầm càng tăng thì độ sâu hố đào càng lớn, hố móng sẽ nằm dưới mực nước ngầm càng sâu thì nước ngầm sẽ ngấm vào hố móng theo nhiều cách. Vì vậy, hố móng sẽ bị ngập nước không thi công được. Nếu lớp đất mặt là loại không thấm nước mà bên dưới có nước cao áp còn rất dễ xảy ra hiện tượng nước cao áp phá vỡ lớp đất mặt gây hiện tượng bục lở nền. Như vậy sẽ gây khó khăn và nguy hiểm cho công trình. Do đó, hạ mực nước ngầm là công việc rất quan trọng trong thi công tầng hầm nhà cao tầng, công việc này cần phải được bên thiết kế nghiên cứu đưa ra giải pháp và các đơn vị thi công chú trọng trong quá trình thi công để có thể thi công thuận lợi và thuận

thực. Ưu điểm của phương pháp hạ mực nước ngầm là giảm tối đa nước chảy vào hố móng, giảm áp lực lên vách chống thành hố đào, tăng khả năng chịu lực của đất nền, giảm độ lún của công trình.

1.2 Công nghệ thi công hố đào sâu ở Hải Phòng.

Ngày nay, công nghệ thi công đất đã có rất nhiều tiến bộ chủ yếu nhờ vào các máy móc thiết bị thi công hiện đại và các quá trình thi công hợp. Tuy nhiên một vấn đề đặt ra là giải pháp thi công hố đào sâu trong khu đất chật hẹp liên quan đến các yếu tố kỹ thuật môi trường. Ranh giới phân biệt giữa hố móng nông và hố móng sâu không có qui định rõ rệt, thực tế thường lấy giới hạn 6 mét làm ranh giới giữa hố móng nông và hố móng sâu là tương đối phù hợp. Có khi lấy độ sâu hố móng ít hơn 5 mét nhưng phải đào trong đất có điều kiện địa chất công trình và địa chất thủy văn phức tạp cũng phải ứng xử như đối với hố móng sâu. Kết cấu chắn giữ tường chỉ có tính tạm thời, khi móng thi công xong là hết tác dụng. Một số vật liệu làm kết cấu chắn giữ có thể được sử dụng lại, như cọc bản thép và những phương tiện chắn giữ như kiểu công cụ. Nhưng cũng có một số kết cấu chắn giữ được chôn lâu dài ở trong đất như cọc tấm bằng BTCT, cọc nhồi, cọc trộn xi măng đất và tường liên tục trong đất. Cũng có cả loại trong khi thi công móng thì làm kết cấu chắn giữ hố móng, thi công xong sẽ trở thành một bộ phận của kết cấu vĩnh cửu, làm thành tường ngoài các phòng ngầm kiểu phức hợp như tường liên tục trong đất.

Sau đây là một số loại tường chắn giữ hố móng được sử dụng thông dụng ở Việt Nam như:

a) Tường chắn bằng xi măng đất trộn ở tầng sâu: trộn cường chế đất với xi măng thành cọc xi măng đất, sau khi đóng rắn lại sẽ thành tường chắn có dạng bản liền khối đạt cường độ nhất định, dùng để đào loại móng có độ sâu 3-6 m;



b) Cọc bản thép: dùng thép máng sắp ngửa móc vào nhau hoặc cọc bản thép khóa miệng bằng thép hình với mặt cắt chữ U và chữ Z. Dùng phương pháp đóng hoặc rung để hạ chúng vào trong đất, sau khi hoàn thành nhiệm vụ chắn giữ, có thể sử dụng lại, dùng cho loại hố móng có độ sâu từ 3-10 m;



c) Cọc bản bê tông cốt thép: cọc dài 6 – 12 mét, sau khi đóng cọc xuống đất, trên đỉnh cọc đổ một đầm vòng bằng bê tông cốt thép đặt một dây chằng giữ hoặc thanh neo, dùng cho loại hố móng có độ sâu từ 3-6 m;



d) Tường chắn đất bằng cọc khoan nhồi: đường kính \varnothing 600-1000mm, cọc dài 15- 30 mét, làm thành tường chắn theo kiểu hàng cọc, trên đỉnh cũng đổ đầm vòng bằng bê tông cốt thép, dùng cho loại hố móng có độ sâu 6-13m;



e) Tường liên tục trong đất: sau khi đào thành hào móng thì đổ bê tông, làm thành tường chắn đất bằng bê tông cốt thép có cường độ tương đối cao, dùng cho hố móng có độ sâu 10 m trở lên hoặc trong trường hợp điều kiện thi công tương đối khó khăn.



Trình tự thi công tường trong đất: 1. Làm tường dẫn hướng; 2. Lây đất sâu xuống theo tường dẫn hướng; 3. Đặt cốt thép gia cường; 4. Đổ bê tông.

f) Giếng chìm và giếng chìm hơi ép trên mặt đất hoặc trong hố đào nông có nền được chuẩn bị đặc biệt ta làm tường vây của công trình để hở phía trên và phía dưới. Phía bên trong công trình (trong lòng của giếng) đặt các máy đào đất, phía bên ngoài thì có cần trục để chuyển đất đào được ra khỏi giếng. Cũng có thể đào đất bằng phương pháp thủy lực. Dưới tác dụng của lực trọng trường (trọng lượng bản thân của giếng) công trình sẽ hạ sâu vào đất. Để giảm lực ma sát ở mặt ngoài giếng có thể dùng phương pháp xói thủy lực, làm lớp vữa sét quanh mặt ngoài giếng và đất, sơn lên mặt ngoài một lớp chống ma sát...

Sau khi giếng đã hạ đến độ sâu thiết kế sẽ thi công bịt đáy và làm các kết cấu bên trong từ dưới lên trên: cột, sàn, móng thiết bị, bunke...

Giếng chìm hơi ép: trên mặt đất làm một hộp kín với nắp là sàn giếng và đáy dưới nằm sát phần đào của chân giếng, trong đó có lắp ống lên xuống và thiết bị điều chỉnh áp suất không khí; bên cạnh có trạm khí nén và máy bơm. Đất đào được trong giếng sẽ đưa lên mặt đất qua ống lên xuống và thiết bị điều chỉnh áp suất không khí nói trên. Trong không gian công tác của giếng

chìm hơi ép được bơm khí nén tới áp lực bằng áp lực thủy tĩnh và nhờ vậy mà công tác đào đất cũng khô ráo. Cùng với hộp kín đi sâu vào đất ta thi công tiếp phần kết cấu nằm phía trên hộp kín nói trên. Phương pháp giếng chìm hơi ép thường dùng trong đất yếu có mực nước ngầm cao, dòng chảy mạnh, ở những nơi ngập nước, tức là trong những trường hợp việc thoát nước là khó khăn và không hợp lý về mặt kinh tế và chỉ ở độ sâu 30-35m vì không thể công tác ở áp suất 3,0-3,5atm.

1.3 Ảnh hưởng của nước ngầm khi thi công hố đào sâu ở Hải Phòng

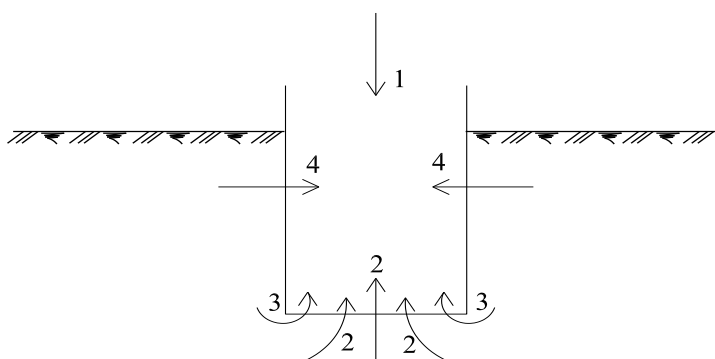
1.3.1 Tình hình nước ngầm ở Hải Phòng.

Theo báo cáo của liên đoàn địa chất cho thấy khu vực trung tâm của thành phố Hải Phòng có đặc điểm địa chất hết sức phức tạp. Sự phức tạp ở đây thể hiện ở chỗ, từ độ sâu 6m đến gần 40m, tồn tại tầng cát mịn có độ bão hòa nước lớn. Do đó, khi thi công các tầng hầm, nếu nhà đầu tư không dựng tường vây hết lớp đất này sẽ rất dễ gặp tình huống cát hạt mịn bị trôi rửa, tạo hàm ếch, gây sụp đổ công trình lân cận trong quá trình tháo khô nước trong hố móng hoặc dưới áp lực tĩnh của tầng chứa nước.

Phần lớn diện tích phía Tây Bắc, Đông Bắc (phân bố ở các quận, huyện Thủy Nguyên)... có nền địa chất tốt, thuận tiện để xây dựng các công trình giao thông và cả các công trình nhà cửa cao tầng. Gần như toàn bộ khu vực phía Nam và Tây Nam (bao gồm Tiên Lãng, Vĩnh Bảo Kiến Thụy)... có nền đất rất yếu. Lớp đất yếu này có thể sâu đến 40m hoặc sâu hơn. Đồng thời tại các khu vực này, mực nước ngầm cao từ 0,5-2m. Nếu muốn xây dựng các công trình lớn ở đây, các nhà thầu phải làm móng cọc xuyên hết lớp đất yếu và chống chân được lên lớp đất sét cứng nằm dưới lớp đất yếu này.

1.3.2 Ảnh hưởng của nước ngầm đến quá trình thi công hố đào sâu:

Chúng ta đều biết rằng khi thi công hố đào sâu hoặc hố móng công trình, thường phải đào đất ở phía dưới mực nước ngầm, nhất là đối với nhà cao tầng, móng đặt rất sâu, số tầng nhà ngầm dưới đất khá nhiều.. Khi thi công, nước có thể vào hố móng theo các cách sau đây (xem hình vẽ 1.1)



Hình 1.1 Nước ngầm vào hố móng

- Nước mặt do mưa và ở xung quanh tràn vào hố móng
- Nước ngầm từ dưới đáy hố móng lên.
- Nước ngầm từ ngoài qua chân cừ vào hố
- Nước ngầm từ ngoài qua tường cừ vào.

Nếu nước ngầm ngấm vào hố móng làm cho hố móng bị ngập nước làm bục lở hố móng nên sẽ hạ thấp cường độ của đất nền, tính nén co tăng lên, công trình sẽ bị lún quá lớn hoặc tăng thêm ứng suất trọng lượng bản thân của đất tạo ra lún phụ thêm của móng, những điều đó sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến an toàn của công trình xây dựng. Áp lực lỗ rỗng trong nền ở xung quanh hố móng sẽ thay đổi khi hạ mực nước ngầm. Sự thay đổi áp lực lỗ rỗng có thể dẫn đến biến dạng cho công trình lân cận do quá trình cố kết. Quá trình thấm không kiểm soát được do thấm vào rãnh đào hoặc rỉ qua tường vây dễ dàng gây xói lở các lớp đất bên dưới mặt đất. Hiện tượng cát chảy cùng với phình trôi ở đáy móng cũng là nguyên nhân quá trình thấm không kiểm soát được.

Khi thi công hố móng nhất thiết phải có các biện pháp hạ mực nước và thoát nước tích cực để cho móng được thi công trong trạng thái khô ráo. Để

công tác thi công móng cho các tầng hầm được thuận lợi trong điều kiện mực nước ngầm cao, cần phải có biện pháp hạn chế nước thấm thấu nước vào khu vực thi công hố đào. Tùy theo tính chất của đất nền, tốc độ thấm, diện tích và chiều sâu hố móng cũng như chiều sâu hạ mực nước ngầm cần thiết mà lựa chọn phương pháp thi công thích hợp.

Hệ thống thoát nước hố móng bao gồm:

- Giếng khoan hạ mực nước ngầm.
- Giếng thu nước ngầm.
- Mạng ống nhựa cứng và mềm dẫn nước d 100 .
- Hố ga thu nước.
- Hố lọc nước.
- Các máy bơm đặt tại giếng khoan hạ mực nước ngầm và giếng thu nước ngầm.

Nguyên tắc hoạt động :

- Khi mực nước dâng cao trong các giếng khoan hạ mực nước ngầm thì các máy bơm tự động vận hành để hạ thấp mức nước xuống, sau đó máy bơm ngừng hoạt động. Chu kỳ này tự động tiếp diễn liên tục suốt ngày đêm.

- Các giếng thu nước ngầm được hạ thấp dần xuống theo các cao trình đào móng để thu nước tại đáy hố đào và được bơm dẫn về hệ thống ống chung.

- Nước từ các đường ống được dẫn về hố lọc nước trước khi bơm ra hệ thống thoát nước của thành phố. Hố lọc nước bằng kim loại có dung tích 2m³ gồm hai ngăn lọc, trong mỗi ngăn có chứa vật lọc như cát, đá.

Đây là một hệ thống thoát nước hoàn chỉnh và khoa học nên tạo rất nhiều thuận lợi cho quá trình thi công hố móng .

Qua các kinh nghiệm thi công tầng hầm của các đơn vị thi công ta thấy rằng việc tính toán hạ mực nước ngầm liên quan khá nhiều đến thông số về

địa chất thủy văn, địa hình và phải áp dụng rất nhiều công thức khác nhau. Do đó vấn đề này cần được nghiên cứu chuyên sâu trong một chuyên ngành riêng. Đây cũng là vấn đề cần thiết để thiết kế một phương án thoát nước hoàn chỉnh khi thi công các công trình ngầm nói chung cũng như tầng hầm nhà cao tầng nói riêng.

1.4 Các phương pháp hạ mực nước ngầm thông dụng hiện nay.

Hiện nay có rất nhiều biện pháp hạ mực nước ngầm nhưng có thể phân ra hai loại hạ mực nước ngầm: một là hạ nước trên mặt, hai là hạ nước bằng giếng điểm (wellpoint), kim lọc... Ngoài ra còn một số cách đặc biệt khác như tạo tường chắn bằng cách phun vữa, đóng băng nhân tạo... nhưng chỉ sử dụng trong trường hợp đặc biệt.

1.4.1 Phương pháp hạ nước trên mặt (hút nước lộ thiên)

Phương pháp này được dựa trên cơ sở các máng thu nước ở xung quanh đáy hố đào tập trung nước về hố thu để bơm nước ra khỏi hố móng (xem hình 1.2), nó thường được áp dụng cho đất cuội sỏi hoặc đá, lưu lượng ít, dòng chảy không mạnh, không cuốn trôi đất vào hố đào. Đôi khi người ta còn tạo lớp lọc nước ở sau vách chống đất để giữ cát không chảy gây sụt lở hố. Đây là phương pháp rẻ tiền.

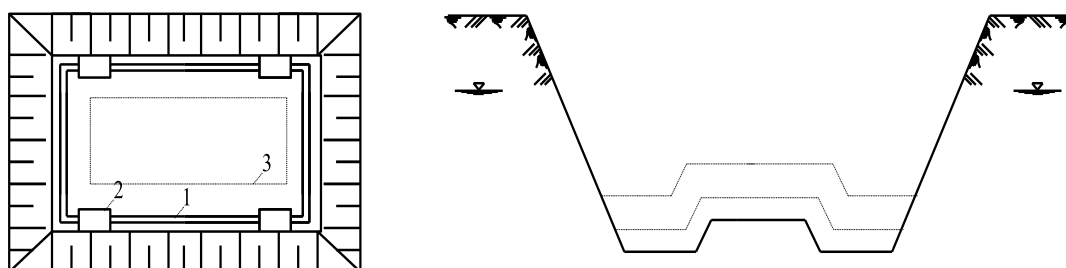
a. Phương pháp thi công:

Đào máng thoát nước ở khoảng cách không nhỏ hơn 3m bên ngoài đường viền của móng (tính theo khoảng cách từ mép móng tới chân bờ thành như hình h1 thường đáy máng rộng 0,3m, độ dốc 1% -5%, đồng thời có đặt hố thu nước. Phải duy trì một khoảng chênh lệch độ cao thích đáng giữa mặt đào đất với mặt đáy máng thoát nước và mặt đáy giếng thu nước, đáy máng thoát nước thấp hơn mặt đào đất 0.3 - 0.5m, đáy hố thu nước thấp hơn đáy máng thoát nước 1m. Đường kính hố thu nước thường là 0.7 – 1 m, thành hố

có thể xây gạch, ống bê tông, ván chắn đất hoặc các biện pháp chắn giữ tạm thời, tầng lọc ngược ở đáy hố bằng đá dăm hoặc đá sỏi dày 0.3m.

b. Ưu khuyết điểm của phương pháp:

Khi mực nước ngầm nằm trên đáy hố móng và đất nền thuộc loại đất sét ở trạng thái dẻo cứng, dẻo mềm mà $k = 00008/m/ngày$ thì dùng phương pháp này là kinh tế nhất. Thoát nước bằng phương pháp này không thể hoàn toàn ngăn cản được hiện tượng lưu sa cát chảy, đồng thời với việc với việc nước ngầm ào vào trong hố, đất ở bốn xung quanh cũng đào vào theo, có thể dẫn tới sụt lở thành hố, hạ thấp cường độ của đất đáy hố. Đối với các loại đất rời hệ số thấm lớn hoặc loại đất dính như cát pha sét ở trạng thái bão hoà nước và trong đất nền xuất hiện nước có áp lực cao thì không nên dùng phương pháp này.



Hình 1.2 : Máng hở thoát nước

1. Máng thoát nước 2. Hố thu nước 3. Đường biên ngoài của hố móng

1.4.2 Phương pháp giếng thấm (giếng lọc)

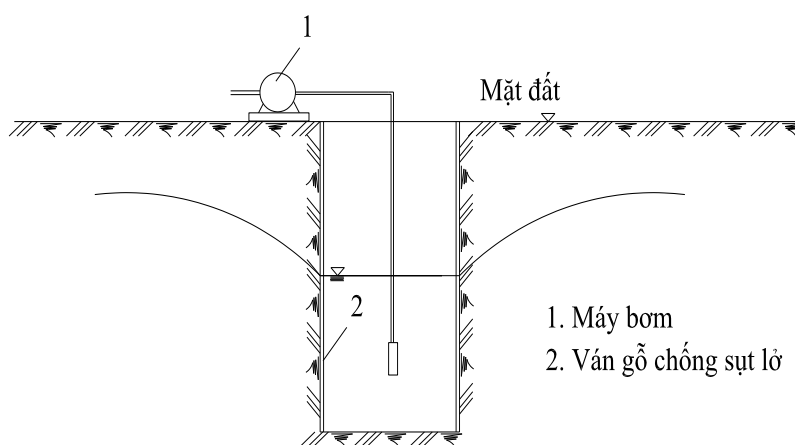
a. Phương pháp thi công:

Thực chất của phương pháp này có thể giới thiệu tóm tắt như sau: Người ta đào những giếng hình trụ ở xung quanh hố móng, chiều sâu của giếng phụ thuộc vào chiều sâu hố móng và chiều cao hút nước lên máy bơm. Để đảm bảo cho thành giếng khỏi bị sụt lở người ta thường lát ván gỗ ở xung quanh giếng (xem hình 1.3). Số lượng giếng thấm cần thiết phụ thuộc vào lưu

lượng nước cần hút ra khỏi hố móng. Trên mỗi giếng hoặc trên mỗi giếng thăm thường đặt một máy bơm ly tâm có đủ công suất để phục vụ. Khi máy bơm làm việc, nước trong giếng được hút lên và đưa ra ngoài, còn mực nước ngầm ở xung quanh giếng sẽ hạ thấp xuống và dạng hình phễu. Nếu bơm liên tục thì nước ngầm ở hố móng càng thấm vào giếng và bơm cho đến khi mực nước ngầm nằm thấp hơn đáy hố móng một đoạn vào khoảng 50cm thì thôi.

b. Ưu khuyết điểm của phương pháp:

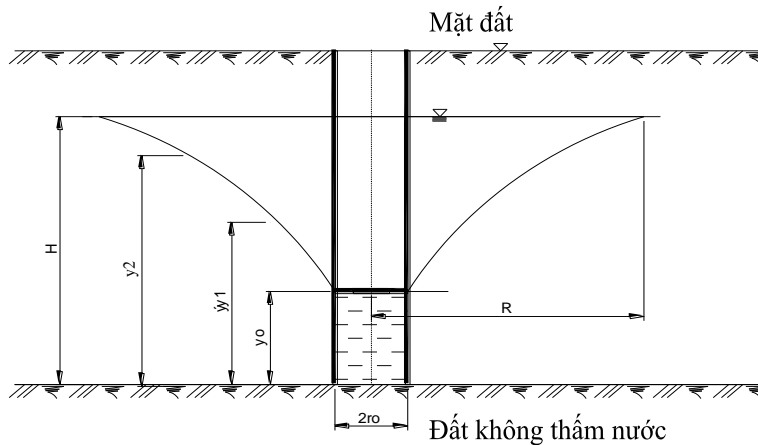
Đối với diện tích hố móng nhỏ, hệ số thấm k lớn và chiều sâu hạ mực nước ngầm không quá 4 – 5 m thì nên dùng phương pháp hạ mực nước ngầm bằng giếng thăm.



Hình 1.3 Giếng thăm

1.4.3. Phương pháp giếng điểm nhẹ

Phương pháp này lợi dụng chủ yếu là phễu hút nước “khi nước trong giếng rút xuống do bắt đầu bơm hút thì nước ngầm trong tầng chứa nước ở xung quanh chảy vào trong giếng, qua một thời gian, mực nước sẽ ổn định và hình thành một đường cong uốn về phía giếng, mực nước ngầm hạ xuống dần tới cốt thiết kế của đáy móng, làm cho thi công có thể tiến hành trong môi trường khô ráo” (Hình 1.4).



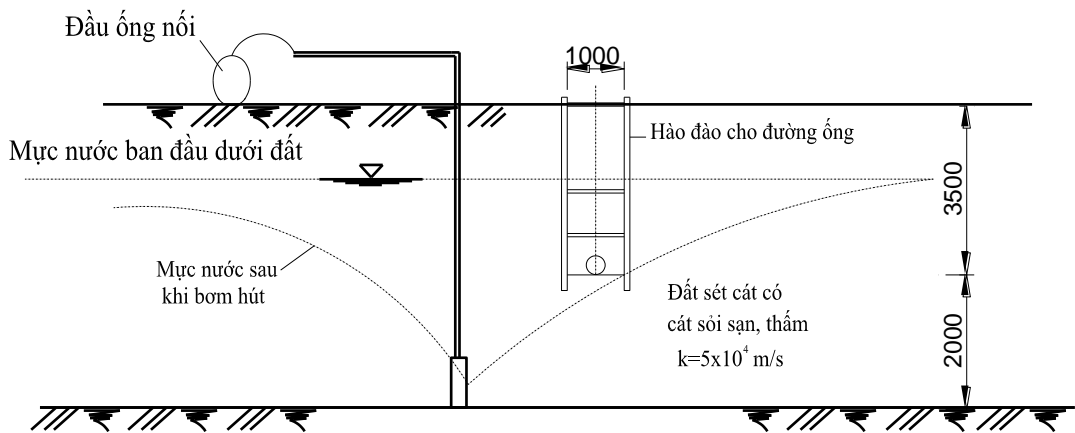
Hình 1.4 Hình phễu rút nước khi hút nước trong giếng

a. Phương pháp thi công:

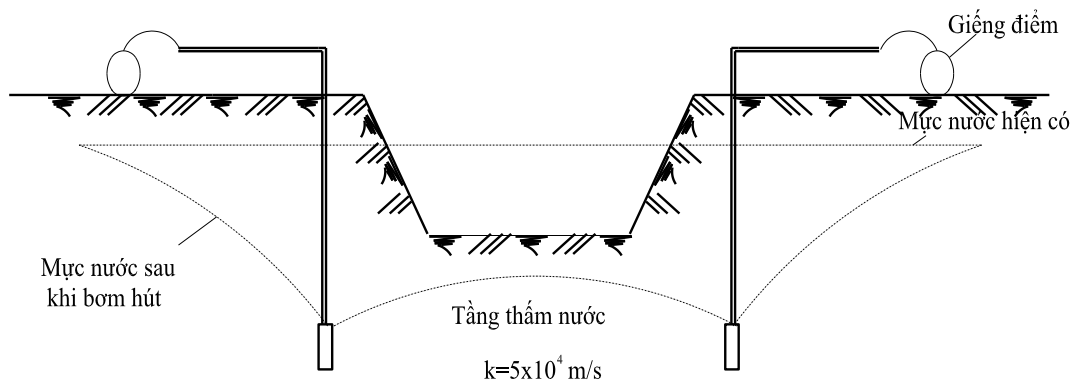
Bố trí các giếng điếm phải căn cứ vào độ sâu về độ sâu hạ mực nước ngầm, độ lớn và kích thước mặt, tính năng thấm nước của tầng chứa nước bằng hồ móng và hướng chảy của nước ngầm v.v.. để xác định (xem hình 1.5, 1.6, 1.7, 1.8). Nếu yêu cầu hạ mực nước ngầm ở mức 4 – 5m có thể dùng giếng điếm một hàng, nếu yêu cầu hạ nước mực nước ngầm lớn hơn 6m có thể dùng giếng điếm hai cấp hoặc nhiều cấp. Nếu bề rộng hố móng nhỏ hơn 10m, thì có thể đón đầu hướng chảy của nước ngầm mà đặt giếng điếm một hàng. Khi diện tích hố móng lớn, có thể bố trí giếng điếm không khép kín hoặc giếng điếm khép kín như hình vòng, hình chữ u (hình 1.9), ống giếng điếm cách xa thành hố móng không nhỏ hơn 1 – 2m. Tạo các giếng điếm bằng cách khoan lỗ thường khoan xung kích hoặc khoan tay. Làm lỗ bằng các phương pháp xọc lỗ, ống lồng và xói nước, độ sâu khoan lỗ phải đảm bảo sâu hơn đáy ống lọc 0.5 m để thuận lợi cho lắng đọng cát kịp thời dùng cho cát thô sạch để lấp chặt khoảng giữa thành lỗ đến giếng điếm, sau đó rửa giếng điếm (dùng máy hoặc máy nén không khí) cho đến khi nước trong. Cũng có thể khoan lỗ bằng phương pháp xói nước hoặc phương pháp ống lồng. Phương pháp ống lồng tức là dùng phương pháp sục bằng nước để đưa ống lồng có đường kính 200-300mm chìm xuống đến độ sâu yêu cầu rồi lắp một tầng cát sỏi xuống đáy hố,

cắm ống giếng điếm vào, dùng cát thô lấp kín vào khe giữa ống lồng với ống giếng điếm, rồi rút lồng lên.

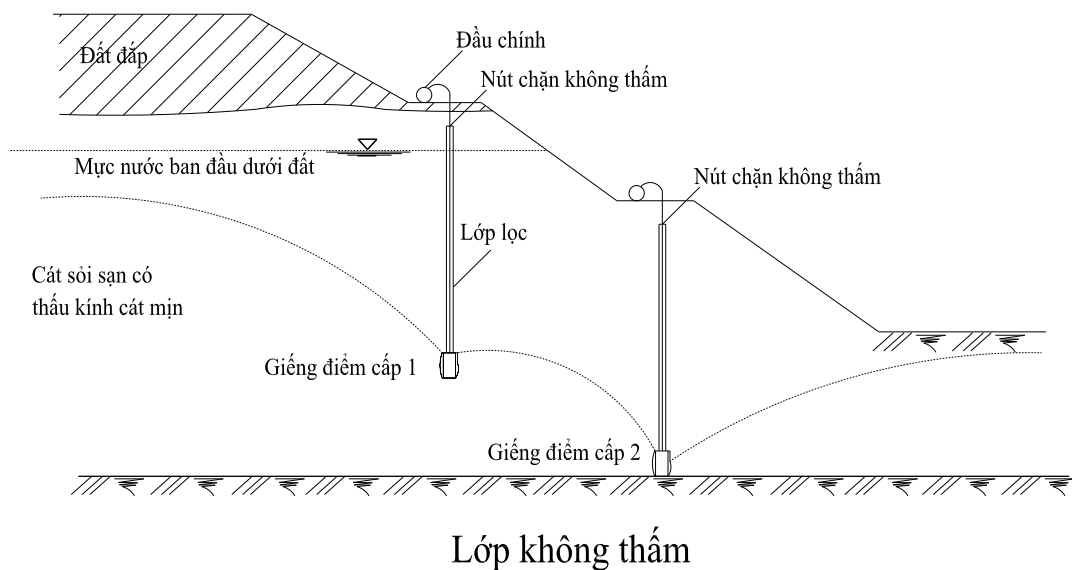
Phương pháp xói nước tức là dùng nước cao áp 0.4 - 1.0 N/mm² để sục vào tầng ở đầu dưới của giếng điếm, sau khi cho giếng điếm chìm xuống tới độ sâu yêu cầu thì lấp cát khô vào khoảng giữa thành lỗ và ống giếng điếm. Từ mặt đất đến độ sâu 0.5 - 1m tất cả các ống giếng điếm đều phải được lấp kín bằng sét để phòng khí rò rỉ.



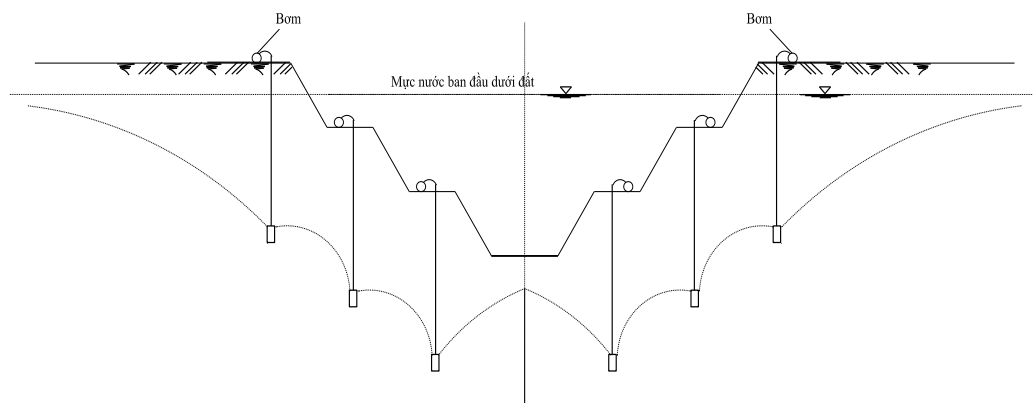
Hình 1.5 Một hàng giếng khi hố móng hẹp



Hình 1.6 Hai hàng giếng khi hố móng nông



Hình 1.7 Giếng bố trí hai cấp khi hố móng sâu



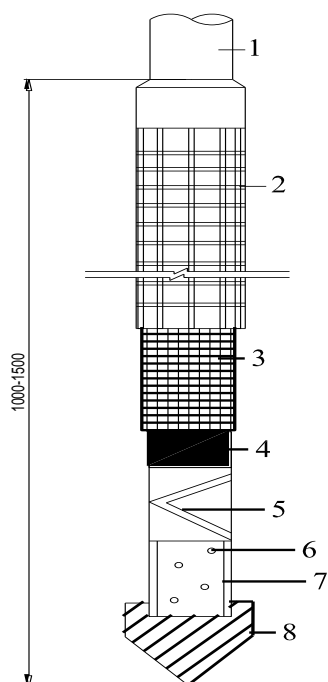
Hình 1.8 Giếng bố trí nhiều cấp khi hố móng sâu

b. Các bộ phận của hệ thống giếng điem nhẹ:

- Ống giếng điem: (hình 1.9) dùng ống thép phi 50, đầu ống là ống lọc dài 1 -2m , ống lọc chính là ống thép d50 có đục các lỗ d 10 – 15 mm bố trí như hình hoa mai, cự ly lỗ 30-40min. Bên ngoài lỗ dùng dây thép quấn theo hình xoắn ốc. Trước tiên bọc .một lớp lưới lọc tinh với mắt 40, rồi bọc một lớp lưới lọc thô mắt 18, lưới lọc dùng lưới đồng hoặc lưới trường đều được. Bên ngoài lưới lọc lại quấn một lớp dây thép thô để bảo vệ lưới lọc, đầu dưới

ống lọc có lắp bao ống bằng gang đúc để đề phòng bùn đất chui vào trong ống.

- Ống thu nước chính: Dùng ống thép có đường kính trong 102 – 107 mm nối từng đoạn, cứ cách 1 - 2m lại đặt một đầu nối ngắn để nối với ống giếng điếm.



Hình 1.9 Cấu tạo ống kim lọc

- | | |
|-------------------|-----------------------------|
| 1. Ống giếng điếm | 2. Bảo vệ bằng dây thép thô |
| 3. Lưới lọc thô | 4. Lưới lọc tinh |
| 5. Ống nhựa quăn | 6. Lỗ nước vào ở thành ống |
| 7. Ống thép | 8. Đầu ống bằng gang |

- Ống nối: ống nối dùng loại ống cao su hoặc ống nhựa d 40-50mm, trên ống nối nên có van để dễ kiểm tra.

- Thiết bị hút nước: Thiết bị hút nước được tạo thành bởi bơm hút nước, bộ xạ lưu và két nước tuần hoàn.

Bảng 1.1 Tính năng kỹ thuật của máy bơm nước

Hạng mục	Loại máy		
	QJD - 60	QJD - 90	QJD - 45
Độ sâu hút nước (m)	9,5	9,6	10,26
Lượng đẩy nước (m ³ /h)	60	90	45
Áp lực nước công tác (N/mm ²)	≥ 0,25	≥ 0,25	≥ 0,25

Công suất mô-tơ (kW)	7,5	7,5	7,5
----------------------	-----	-----	-----

- Nối khép kín hệ thống : Dùng ống nối để nối tiếp giữa ống giếng diêm với ống chính thu nước và máy bơm, hình thành một hệ thống hoàn chỉnh. Khi hút nước, đầu tiên phải cho bơm chân không, hút không khí trong đường ống tạo thành chân không. Khi đó nước ngầm và không khí trong đất chịu tác dụng của chân không hút vào trong két nước, không khí qua bơm chân không đẩy ra ngoài. Khi trong ống thu nước đã có khá nhiều nước mới mở máy bơm ly tâm để hút nước. Sau khi đã nối khép kín hệ thống hạ nước ngầm mới tiến hành hút thử nước. Nếu không thấy bị rò nước, rò khí, tắc bùn thì có thể chính thức sử dụng, phải không chế độ chân không, trong hệ thống có lắp đồng hồ chân không, thông thường độ chân không không thấp hơn 55.3-66.7 kPa. Khi đường ống giếng diêm bị rò khí, sẽ làm cho độ chân không không đạt được yêu cầu. Để đảm bảo hút nước liên tục, phải bố trí hai nguồn điện, chờ sau khi các phần công trình ngầm được lấp đất xong mới được tháo bỏ giếng diêm và lắp kín lỗ giếng diêm.

Phương pháp hệ thống kim lọc hiện nay hay được sử dụng thực chất chính là phương pháp giếng diêm nhẹ, khi đó ống lọc chính là các ống kim lọc ống kim lọc làm bằng thép, đường kính ống 38 - 68mm và chiều dài 7- 10 m. Ống kim lọc gồm các bộ phận thân ống, phần lọc để nước thấm vào trong ống và phần chân ống có van bi. Ống kim lọc tự hạ không cần khoan Các ống kim lọc hút sâu khác với ống kim lọc hút nông ở chỗ đường kính ống lớn hơn; trong ống lọc có thêm ống thứ hai mang miệng phun đưa nước lên cao Phương pháp hạ ống kim lọc hút sâu cũng tương tự như hạ ống kim lọc hút nông.

b. Ưu khuyết điểm của phương pháp:

Đây là phương pháp thi công đơn giản, an toàn và rẻ tiền, ít ảnh hưởng đến các công trình ở xung quanh. Độ sâu hạ nước tương đối nhỏ. Các giếng

điểm (kim lọc) hoạt động theo một hệ thống nhất nên hiệu quả cao, kim có thể đặt dày nên có thể tạo thành vành đai chặn nước ngầm chảy vào hố móng. Kim lọc áp dụng khi cần ngăn nước liên tục nhưng lưu lượng nhỏ.

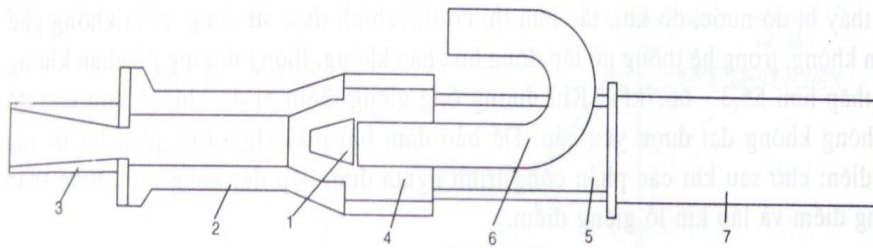
1.4.4. Phương pháp giếng điểm phun

a. Phương pháp thi công :

Bố trí hệ thống đường ống và chôn ống giếng điểm có thể tham khảo theo như giếng điểm nhẹ, trên căn bản là giống giếng điểm nhẹ nhưng về cấu tạo giếng điểm phun như sau: Giếng điểm phun thường có hai loại là phun nước và phun khí, hệ thống giếng điểm gồm vòi phun, bơm cao áp và đường ống tạo thành.

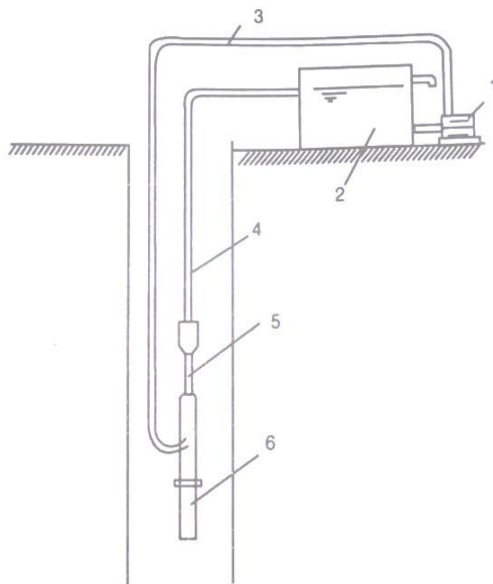
b. Các thiết bị chủ yếu bao gồm;

- Vòi phun: Nguyên lý làm việc của vòi phun là: Lợi dụng động năng của thể lỏng phun tốc độ cao, nước cao áp do máy bơm ly tâm cấp chảy vào miệng phun (1) rồi phun ra với tốc độ cao, qua buồng hỗn hợp (2) tạo thành hạ thấp áp lực ở bên ngoài, gây ra áp lực âm và chân không, khi đó dưới áp suất khí quyển nước sẽ qua ống hút nước (5) vào buồng hút nước (4) nước hút vào sẽ hỗn hợp với dòng phun cao tốc trong buồng hỗn hợp (2), động năng của dòng phun sẽ truyền một phần của bản thân cho nước bị hút vào, làm cho động năng của nước hút vào tăng lên, dòng nước hỗn hợp vào buồng khuếch tán (3), do mặt cắt của buồng khuếch tán rất lớn, tốc độ chảy giảm đi, phần lớn động năng chuyển thành áp năng, đẩy nước buồng khuếch tán lên cao. Cấu tạo vòi phun xem hình vẽ 1.10.



Hình 1.10 Cấu tạo vòi phun: 1. Miệng phun; 2. Buồng hỗn hợp; 3. Buồng khuyết tán; 4. Buồng hút; 5. Ống hút nước; 6. Ống phun; 7. Ống lọc.

Bơm cao áp: Công suất 55kw, khoảng đẩy 70m lưu lượng 60m³/giờ mỗi bộ máy bơm cao áp có thể dùng cho 30- 40 ống giếng điểm. Khoảng cách của ống giếng 2 - 3m, giếng ống phải sâu hơn ống lọc 1m trở lên. Có thể làm lỗ bằng phương pháp ống lồng hoặc là sau khi làm lỗ thì hạ lồng cát thép để bảo vệ bộ vòi phun. Cứ hạ một ống lại nối thông ngay với hệ thống ống chính (không nối ống hồi nước, ống đơn thử hút xả, đo độ chân không, thường thì không được nhỏ hơn 93.3 kPa, hút thử cho đến khi ống giếng ra nước trong mới được chạy chính thức, nước công tác phải đảm bảo trong sạch.



Hình 1.11 Cấu tạo giếng điểm phun

1. Bơm nước; 2. Két nước; 3. Ống nước công tác; 4. Ống lên nước; 5. Bộ vòi phun; 6. Ống lọc.

c. Ưu khuyết điểm của phương pháp:

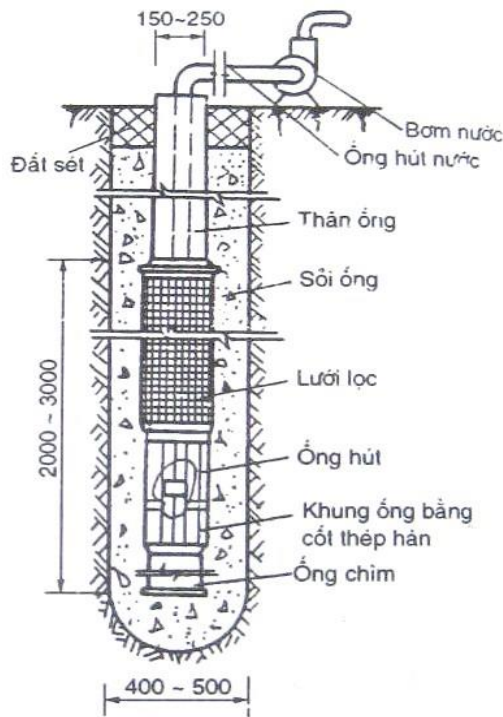
Độ sâu hạ nước lớn, hệ thống khá phức tạp, sự cố khi vận hành hay xảy ra, tiêu phí năng lượng rất lớn.

1.4.5 Phương pháp giếng điểm ống

Thực chất của phương pháp này có thể giới thiệu tóm tắt như sau: Người ta khoan và hạ những ống giếng có đường kính 200 -350 mm ở xung quanh hố móng, sau đó hạ các ống lọc nước hút nước lên bằng máy bơm.

a. Phương pháp thi công

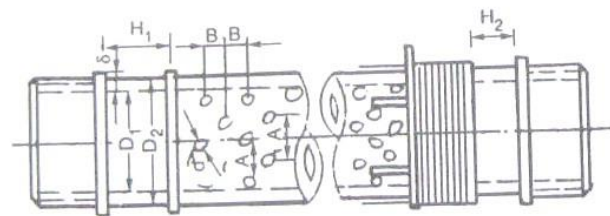
Xác định giếng điểm ống: Trước tiên phải xác định tổng lượng nước chảy vào hố móng, kiểm tra lượng nước giới hạn của một ống giếng, sau đó xác định số lượng giếng. ống giếng do hai bộ phận tạo thành, một là ống thành giếng, hai là ống lọc nước. ống thành giếng có thể dùng loại ống gang đúc, ống bê tông không cát, ống nhựa có đường kính từ 200-350mm. ống lọc có thể dùng cốt thép hàn thành khung, bên ngoài bọc lưới lọc(mắt lưới từ 1-2mm), dài 2-3 m, cũng có thể dùng ống liền đục lỗ, bên ngoài bọc dây thép mạ kẽm hoặc dùng ống bê tông không cát.



Hình 1.12 Giếng điểm ống

3-15mm để làm tầng lọc nước. ống hút nước dùng lại ống cao su hoặc ống thép đường kính 50-100 mm. Đáy ống phải ở bên dưới mực nước ngầm thấp nhất khi hút nước. (Hình 1.12)

- Rửa giếng: ống gang đúc (hình 1.13) có thể rửa ống bằng pittông kéo lỗ trong ống và máy nén khí, rửa đến khi nước trong mới thôi. Trong khi hút nước phải thường xuyên kiểm tra quan sát động cơ điện và các thiết bị khác, đo mực nước ngầm, ghi lại lưu lượng của nước.



Hình 1.13 Ống lọc nước bằng gang đúc

Bố trí giếng điểm ống: Bố trí ống phân bố đều ở mép ngoài hố móng theo số lượng đã xác định. Khoan lỗ có thể bằng phương pháp ống lồng có thành dịch bằng sét, cũng có thể dùng khoan xoắn ốc, nhưng đường kính lỗ phải lớn hơn đường kính ngoài của giếng ống 15-250 mm, rút hết bùn ở đáy ống ra, hạ giếng ống xuống, dùng ống chính để nối các ống lại. Giữa thành lỗ và giếng ống lấp kín bằng sỏi từ

b. Ưu khuyết điểm của phương pháp:

Thích dụng khi hạ mực nước ngầm trong tầng cát, lượng rút nước lớn, độ sâu hạ mực nước nhỏ.

1.4.6. Phương pháp giếng điểm bơm sâu (ống giếng có máy bơm hút sâu)

Trong trường hợp hạ mực nước ngầm ở chiều sâu lớn hơn 20m mà các thiết bị khác không dùng được và trong điều kiện địa chất phức tạp (đất nứt nẻ, đất bùn, đất sét, sét pha cát, xen kẽ với những lớp cát v.v..), khi hố móng rộng lượng nước thấm lớn. Khi thời gian làm việc trong hố móng kéo dài người ta thường dùng loại ống giếng có máy bơm hút sâu.

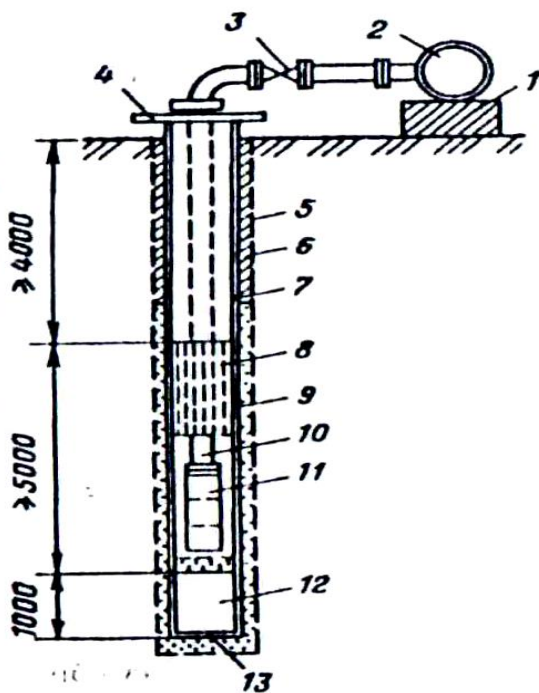
a. Cấu tạo và phương pháp thi công:

Thiết bị này bao gồm một ống thép có đường kính 200-450mm, phía dưới ống có nhiều khe nhỏ để hút nước, được gọi là phần lọc. Tùy theo tình hình địa chất mà chiều dài phần lọc có thể dùng 6-15m. Trên đầu ống giếng đặt động cơ điện để làm quay máy bơm trực đứng đặt ở trong ống giếng. Nước ngầm được hút lên sẽ dẫn vào ống tích thủy và chuyển ra ngoài (hình 1-14).

Hạ ống giếng vào trong đất có thể dùng phương pháp thủy lực (xói nước) khi đất nền là loại cát và cát pha sét hoặc dùng phương pháp khoan lỗ, nếu đất nền là loại đất cứng. Đường kính lỗ phải lớn hơn đường kính ống giếng 200mm, độ sâu của lỗ phải tính đến trong khi hút nước cạn lắng phải có đủ một độ dày lắng đọng để tăng thêm độ sâu cho thoả đáng.

Khi hạ ống trong đất cát lẫn sỏi thì sau khi xói nước, cát và sỏi sẽ lấp các khoảng trống ở xung quanh ống tạo nên một màng lọc tự nhiên. Trường hợp đất nền đất nền thiếu những thành phần tạo ra màng lọc tự nhiên và muốn làm tăng bề mặt hút nước, làm tăng khả năng làm việc của giếng người ta thường tự tạo ra xung quanh ống một màng lọc giữa thành lỗ và ống giếng bằng các vật liệu lớn hơn đường kính lỗ lưới lọc ví dụ cát sỏi bằng cách đổ những hạt cát có kích thước 3 - 10 mm xung quanh ống giếng theo một ống

bao, ống bao này rộng hơn ống giếng khoảng 80 - 100 mm. ống giếng phải được đặt thẳng đứng lưới lọc ống giếng phải được đặt trong phạm vi thích đáng của tầng chứa nước, đường kính trong của ống giếng phải lớn hơn đường kính ngoài của bơm nước 50mm. Sau khi hạ ống giếng đến chiều sâu thiết kế thì đặt máy bơm hút sâu vào trong ống. Dây dẫn điện của bơm chìm phải đặt thật đảm bảo, động cơ điện của bơm giếng sâu phải có bộ phận trở nghịch, khi đổi bơm phải rửa sạch giếng lọc.



Hình 1.14 Sơ đồ lỗ khoan hạ mực nước ngầm có bơm sâu

1. Bộ đỡ ống; 2. ống xả nước; 3. van; 4. bích bịt; 5. lỗ khoan; 6. vật chèn; 7. thành ống và phin lọc; 8. phin lọc; 9. lớp đá dăm; 10. ống áp lực; 11. bơm điện hạ sâu; 12. thiết bị lắg; 13. bích bịt.

b. Ưu khuyết điểm của phương pháp:

Hạ mực nước ngầm bằng ống giếng có bơm hút sâu mang lại hiệu quả lớn và năng suất cao. Có thể nâng nước lên rất cao (80-100 m), mỗi giếng làm việc độc lập không phụ thuộc nhau...

Tuy nhiên vì phương pháp hạ các ống giếng khá phức tạp, lâu, cần thợ giỏi, tốn phí nhiều. Máy bơm chóng hỏng nếu nước hút lên có lẫn cát, do đó chỉ trong những trường hợp rất cần thiết mới nên áp dụng.

1.4.7. Phương pháp giếng điểm thấm nước

a. Phương pháp thi công:

Cấu tạo của hệ thống giếng điểm thấm nước rất đơn giản gồm có: Ống giếng: Thường dùng loại ống thép hoặc ống nhựa có đường kính ống 25 - 300 mm, tương ứng với lớp đất chứa nước và lớp thấm nước, Ống ở chỗ này phải có lỗ, bên ngoài có quần dây thép mạ kẽm hoặc lưới nilông (mắt 20 - mắt 40) để làm ống lọc.

Tạo lỗ bằng cách dùng phương pháp máy khoan xoắn dài hạ ống nước có áp lực hoặc hạ ống bằng máy khoan xung kích, máy khoan địa chất công trình. Đường kính lỗ lớn hơn đường kính ống 100 - 300 mm. Sau khi khoan lỗ đến độ sâu yêu cầu làm sạch bùn trong lỗ rồi, hạ ống. Bộ phận ống lọc nhất thiết phải tương ứng với tầng chứa nước tầng trên và tầng thấm nước tầng dưới. Giữa thành lỗ với thành ống phải lấp bằng vật liệu hạt, quy cách xem bảng 1.3.

Bảng 1.2 Quy cách vật liệu hạt

Tên tầng đất	Quy cách vật liệu hạt (mm)	Cự li quần dây (mm)
Cát mịn, trung	2 - 4	0.75 - 1.0
Cát thô, cát sỏi	4 - 6	2.0
Sỏi, đá cuội	6 - 15	3.0

* Bố trí giếng điểm:

Căn cứ vào tổng lưu lượng nước thấm vào hố móng để xác định lưu lượng nước thấm giới hạn vào một giếng điểm thấm, rồi từ đó xác định số lượng giếng điểm thấm, bố trí đều ở xung quanh hố móng, hạ ống giếng xuống và lấp bằng vật liệu hạt, rửa giếng (dùng không khí nén hoặc nước máy), cho đến khi trong giếng xuất hiện nước trong thì dừng. Sau đó dùng máy bơm để bơm nước thoát ra ngoài.

b. Ưu khuyết điểm của phương pháp:

Phương pháp này có hiệu quả khi bên trên lớp đất có nước đọng tầng trên hoặc tầng chứa nước ngầm và bên dưới có tầng thấm nước không chứa nước, hoặc nước ngầm tương đối ổn định hoặc tầng chứa nước có áp.

1.4.8 Phương pháp điện thấm

Khi đất nền là loại đất hạt bụi hoặc á sét ($C:10^{-3} : 10^{-5}$ cm/s) việc sử dụng phương pháp giếng thu nước thông thường ít có hiệu quả do lưu lượng nước tập trung về giếng không lớn trong khi nước vẫn thấm vào đáy hố đào.

Cấu tạo và phương pháp thi công:

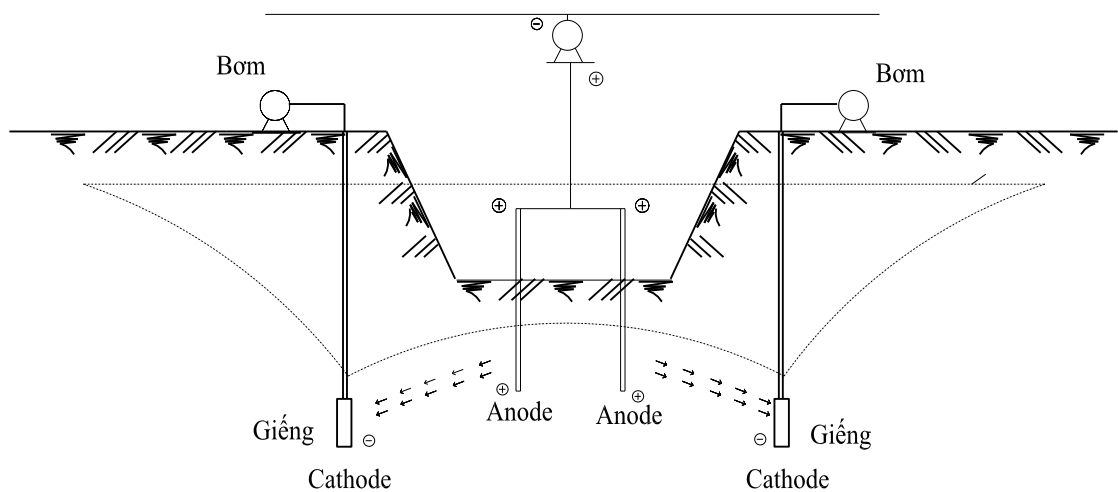
Nguyên lý của phương pháp này được minh họa trên hình vẽ H 1.11. Biện pháp này làm thoát nước trong lỗ rỗng của đất, tăng cường độ của đất do đó làm tăng khả năng ổn định của hố đào. Bằng cách sử dụng dòng điện một chiều có thể định hướng và làm tăng lưu lượng nước tập trung vào các giếng. Nếu đất nền có hệ số thấm $k < 0,1$ m/ngày đêm, chẳng hạn như các loại đất dính, người ta thường dùng phương pháp điện thấm để hạ mực nước ngầm. Phương pháp này cũng như phương pháp tạo chân không, không những chỉ có tác dụng hạ mực nước ngầm mà còn có ý nghĩa trong việc gia cố nền đất. Phương pháp điện thấm dựa vào nguyên tắc là: dưới tác dụng của dòng điện một chiều chạy qua môi trường đất, nước trong các lỗ rỗng của đất mang điện tích dương sẽ chuyển dịch về phía cực âm. Các ống kim loại được dùng làm cực âm, còn cực dương là những thanh thép cắm sâu xuống đất thành một hàng song song với hàng ống kim loại và cách những ống này một khoảng 0,8 - 1m. Các ống kim loại cũng như các thanh thép thường đặt cách nhau khoảng 12- 1,5m.

Khi có dòng điện chạy qua, nước sẽ thấm từ giữa hố móng ra xung quanh, đồng thời nước từ các phía ngoài cũng bị ngăn lại và không thấm vào hố móng.

Điện thế dòng điện một chiều dùng để thi công thường nhỏ, chỉ vào khoảng 50-60V, không nguy hiểm đối với người.

Theo kinh nghiệm thiết kế và thi công phương pháp điện thấm chỉ nên dùng trong trường hợp khi chiều rộng hố móng nhỏ hơn 40m.

Theo Casagrande, hệ số điện thấm của cát, cát bụi và sét được lấy bằng $K_c = 0,5 \times 10 \text{ cm/s}$ khi chênh lệch điện thế bằng 1 volt/cm. nghĩa là $K_c = 05 \times 10 \text{ (cm/s)/(volt/cm)}$.



Hình 1.15 Nguyên tắc điện thấm để hạ mực nước ngầm

1.4.9 Các phương pháp hạ mực nước ngầm hiện dùng ở Hải Phòng:

Hiện nay trên địa bàn thành phố đa số là nhà xây chen trong đô thị, do đó việc thi công hố đào sâu phải kết hợp biện pháp chống thành hố đào, các phương pháp thường được sử dụng ở Hải Phòng là:

- Máng hờ có hố thu nước: máng hờ có hố thu nước là phương pháp thoát nước bằng nhân công, có đặc điểm thuận tiện, đơn giản, chi phí ít, sử dụng phổ biến nhất ở các hiện trường thi công. Phương pháp này thường sử dụng được trong vùng có mực nước ngầm thấp hoặc khi hệ số thấm của các lớp đất rất nhỏ và cho phép giữ thành hố bằng tạo mái dốc thường sử dụng ở

các khu vực có địa hình cao và mực nước ngầm thấp như các huyện ngoại thành như: Thủy Nguyên, Đồ Sơn ...

- Giếng điềm nhẹ: thi công giản đơn, an toàn, rẻ tiền, đặc biệt thích dụng trong trường hợp diện tích hố móng không lớn, mực nước ngầm không sâu lắm. Độ sâu hạ mực nước ngầm của phương pháp này là trong khoảng 3-6m, giếng điềm loại nhẹ thích dụng với hệ số thấm thấu của lớp đất khoảng 01-50m/ngày.

- Giếng điềm sâu: được ứng dụng tương đối nhiều trong việc chắn giữ hố móng sâu, ưu điểm của nó là lượng đẩy nước lớn nhất, độ sâu hạ nước sâu nhất và phạm vi hạ nước rộng nhất... Giếng điềm sâu thích hợp với hệ số thấm của tầng đất từ 10-250m/ngày, độ sâu hạ mực nước có thể đến 15m, đôi khi phương pháp này lại kết hợp với phương pháp hệ thống giếng điềm khác nữa thì hiệu quả hạ mực nước lại càng cao. Với những trường hợp có thể xảy ra nguy hiểm ở phần đáy hố móng đột nhiên ào nước vào, cát chảy, trôi đất lên... thì giếng điềm sâu hạ thấp mực nước áp lực, sẽ có lợi cho việc giảm thấp áp lực, bảo đảm an toàn cho hố móng.

Khuyết điểm của giếng điềm sâu là: Do độ sâu hạ mực nước lớn, lượng nước rút đi nhiều, đường cong giảm nước quá dốc... tất yếu sẽ tạo ra phạm vi và mức độ ảnh hưởng của việc hạ nước lớn, cho nên phải hết sức thận trọng, thường xuyên quan sát và kịp thời xử lý việc đất lún không đều đối với các công trình xây dựng ở xung quanh hố móng.

Những tồn tại hạn chế trong việc sử dụng phương pháp hạ mực nước ngầm ở Hải Phòng là: hiện nay nhu cầu sử dụng tầng hầm ở thành phố là rất lớn, thông thường các phương pháp hạ mực nước ngầm do đơn vị thi công tính toán và thực hiện, đơn vị này thường không đảm bảo đủ số liệu về địa chất thủy văn chưa nghiên cứu được các tác động khác của nước ngầm đồng thời việc thi công hạ mực nước ngầm chỉ mang tính chất nhất thời, chưa được

các đơn vị này xem trọng, các biện pháp quan trắc chưa được quan tâm chú trọng.

CHƯƠNG 2:

CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA PHƯƠNG PHÁP HẠ MỰC NƯỚC NGẦM

2.1 Các yếu tố ảnh hưởng đến việc hạ mực nước ngầm:

2.1.1 Vị trí xây dựng và đặc điểm của công trình

Điều kiện hiện trường là nhân tố không chế khi xác định phương án hạ mực nước ngầm chủ yếu gồm có: độ cao, phân bố, kết cấu và khoảng cách đến công trình định xây đến các công trình đã có xung quanh hiện trường; các thiết bị ngầm ở xung quanh hố móng bao gồm đường cấp thoát nước, đường cấp điện, đường thoát nước ra ngoài khi hút nước lên, đường cấp điện thi công . . .

Các tài liệu thi công hữu quan, chủ yếu có: kích thước và phân bố của hố móng đào, những yêu cầu hữu quan đối với thi công phần ngầm. Nhưng điều kiện nói trên đều ảnh hưởng đến quyết định phương pháp hạ mực nước ngầm và phương án thi công cụ thể.

2.1.2 Tình hình địa chất công trình

Tìm hiểu rõ về phân lớp của đất nền, hình trụ địa chất và mặt cắt địa chất, tính chất cơ lý của các lớp đất đá, loại nước ngầm và tình hình tích chứa nước ngầm, tình hình địa chất thủy văn, kết quả phân tích nước, đặc biệt là tính thấm của các lớp đất, hệ số thấm của đất kết hợp bởi điều kiện hình thành của đất và các nhân tố như cấp phối hạt, hàm lượng của hạt keo và kết cấu đất...Do đó, hệ số thấm ở từng độ sâu khác nhau, từng phương vị khác nhau của các lớp đất trong khu vực cũng sẽ khác nhau. Hệ số thấm là thông số quan

trọng khi tính toán lưu lượng nước chảy vào hố móng. Lấy hệ số thấm chính xác đến đâu ảnh hưởng đến tính chính xác của kết quả tính toán lượng nước chảy vào hố móng, tất nhiên sẽ trực tiếp ảnh hưởng đến việc lựa chọn phương án hạ mực nước ngầm. Do các nhân tố ảnh hưởng đến hệ số thấm là phức tạp, thường số liệu của các báo cáo khảo sát địa chất cung cấp là các số liệu trong phòng, sai số thường tương đối lớn, chỉ có thể dùng làm tham khảo khi thiết kế thoát nước, với những công trình trọng yếu thì phải lấy mẫu hoặc bơm thử.

2.1.3 Tính chất nước ngầm

Để đánh giá những điều kiện địa chất thủy văn của khu vực cần có đặc trưng của các tầng chứa nước, những số liệu về tính thấm của đất và những chỉ dẫn của tính xâm nhập.

a) Đặc trưng của các tầng chứa nước. Về đặc trưng của các tầng chứa nước thì cần có những chỉ dẫn về số lượng, sự phân bố và liên hệ tương hỗ của các tầng chứa nước, vùng và nguồn nước ngầm, thành phần hóa học của nước.

Vùng phân bố của các tầng chứa nước, cao độ và độ nghiêng của mặt nước (đo áp) chiều chuyển động của nước ngầm ở những tầng chứa nước có áp lực được nêu ra trên bản đồ các đường đẳng áp, còn ở những tầng chứa nước có không áp thì ghi trên bản đồ các đường đồng mức của mặt nước. Khi xử lý các tài liệu khảo sát thăm dò phải kết hợp bản đồ các đường đồng mức thủy lực với bản đồ các đường đồng mức cao độ của các mặt trên và các mặt dưới những tầng chứa nước.

Vùng và nguồn cung cấp nước ngầm xác định đặc tính biến đổi của đường hạ thấp mặt nước và vùng lan rộng của nó (vùng ảnh hưởng của các thiết bị hạ thấp mực nước) vùng cung cấp nước ngầm có thể là vùng mà trong phạm vi đó nước mưa trực tiếp xâm nhập vào tầng chứa nước hoặc là vùng

tiếp xúc của các tầng chứa nước với các dòng nước, hồ chứa tự nhiên và nhân tạo (dòng chảy và hồ chứa thoát nước cho các tầng chứa nước trong những điều kiện tự nhiên, lại có thể trở thành nguồn cung cấp nước ngầm, nếu theo thiết kế, mực nước ở các tầng chứa nước phải hạ thấp hơn mực nước của các dòng chảy và các hồ chứa), hoặc là vùng tiếp xúc của các tầng chứa nước với những tầng chứa nước giàu nước hơn và có nguồn cung cấp nước mạnh hơn.

Những chỉ dẫn về thành phần hóa học của nước cần thiết để chọn vật liệu cho các bộ phận thoát nước có mặt tiếp xúc trực tiếp với nước phải bao gồm các kết quả phân tích mẫu nước thử trong phòng thí nghiệm.

b) Tính thấm của đất. Trong chế độ thấm ổn định, tính thấm của đất đặc trưng bằng hệ số thấm; còn chế độ thấm không ổn định thì đặc trưng bởi hệ số dẫn nước (đối với nước không có áp) hoặc hệ số dẫn áp (đối với nước có áp mà tầng chứa nước không cạn).

Những trị số đáng tin cậy nhất của hệ số thấm được rút ra từ kết quả xử lý các số liệu thí nghiệm hút nước, bơm hoặc rót nước thực hiện trong điều kiện hiện trường ở ngay khu vực thiết kế hạ mực nước ngầm.

c) Những chỉ dẫn về tính xâm nhập cần dùng để tiến hành tính toán thủy văn trong những trường hợp mà nguồn cung cấp của tầng chứa nước là nước mưa thấm trực tiếp vào tầng đó. Đặc biệt là thường phải tính toán sự xâm nhập của nước mưa trong thiết kế thoát nước cho các khu công nghiệp, các điểm dân cư khi phải giải quyết nhiệm vụ hạ thấp mực nước ngầm một lượng tương đối nhỏ trên một khu tương đối rộng.

2.2 Lý thuyết tính toán và thiết kế hạ mực nước ngầm

Tính toán và thiết kế hạ mực nước ngầm bao gồm việc lựa chọn phương pháp, xác định kiểu giếng, đường kính, chiều sâu và số lượng giếng cũng như lưu lượng nước cần hút và số lượng máy bơm cần thiết. Muốn tính toán và thiết kế chính xác các yêu cầu trên thì trước tiên phải nắm vững tình

hình địa chất và địa chất thủy văn ở khu vực cần hạ mực nước ngầm, kích thước và chiều sâu hố móng, cũng như điều kiện thi công cho phép. Với các giải pháp hạ mực nước ngầm hiện nay thì khi đi vào tính toán thiết kế hạ mực nước ngầm chúng cũng có thể chia làm hai loại : một là khi dùng giải pháp thoát nước mặt thì chúng ta sẽ tính toán lưu lượng nước, công suất của máy bơm và lựa chọn máy; hai là dùng các loại giếng điếm ta đi tính toán thiết kế giếng.

2.2.1 Phương pháp hút nước trên mặt [2]

Theo phương pháp này khi thiết kế ta phải xác định lưu lượng nước Q sau đó chuẩn bị thiết bị và phương pháp bơm nước. Chiều sâu hố thu nước thường lấy bằng 1.0-1.5m và cần chuẩn bị nhiều hố thu khi kích thước hố đào lớn.

*Lưu lượng nước phải bơm khỏi hố đào tính theo công thức của Darcy:

$$Q=k.i.A \quad (2.1)$$

Trong đó :

Q : Lưu lượng nước (m³/phút)

k : Hệ số thấm của đất (m/s)

i=h/l : Gradient thủy lực

A : Tiết diện ngang của dòng thấm

* Lưu lượng nước cũng có thể ước tính bằng phương pháp giếng lớn, tức là xem hố móng hình chữ nhật là một giếng lớn, có đường kính 2r_o, tính lượng trào nước vào rồi tìm công suất của máy bơm.

$$r_o = n \frac{C+B}{4} \quad (2.2)$$

Trong đó:

C: chiều rộng hố móng chữ nhật;

B: chiều dài hồ móng chữ nhật;

n: hệ số tra bảng.

Lượng trào nước:

$$Q = \frac{1,36kH_2}{\lg(R - r_0) - \lg r_0} \quad (2.3)$$

Trong đó:

k: là hệ số thấm (m/ngày)

R- bán kính ảnh hưởng, phụ thuộc k, lấy theo bảng 2.1.

H: độ sâu từ mực nước ổn định đến đáy hồ móng theo thiết kế:

Bảng 2.1 Bảng tra bán kính ảnh hưởng

Thành phần tầng cát đá	Hệ số thấm k (m/ngày)	Bán kính ảnh hưởng R (m)
Lớp nham có nhiều kẽ nứt	>60	>500
Lớp đất sỏi, cuội, tầng cát thô cát trung đều sạch và không lẫn các hạt nhỏ	<60	200-60
Lớp nham thạch hơi có khe mạch	20-60	150-250
Lớp đất thuộc loại sỏi, cuội có nhiều vật chất hạt nhỏ	20-60	100-200
Lớp cát hạt thô, hạt trung và hạt nhỏ không đồng đều	5-20	80-150

Tìm công suất N của máy bơm theo công thức sau:

$$N = \frac{aQH}{75\eta_1\eta_2} \quad (2.4)$$

Trong đó:

H - Tổng độ cao bao gồm khoảng đẩy, khoảng hút và tổn thất cột nước do các loại lực cản sinh ra (m):

a: hệ số an toàn, thường lấy bằng 2.

n_1 : công suất máy bơm, lấy 0.4-0.5.

n_2 : công suất máy động lực , 0.75 -0.85.

* Lưu lượng nước thấm vào trong hồ móng có thể ước lượng theo kinh nghiệm hoặc xác định bằng hút nước thử.

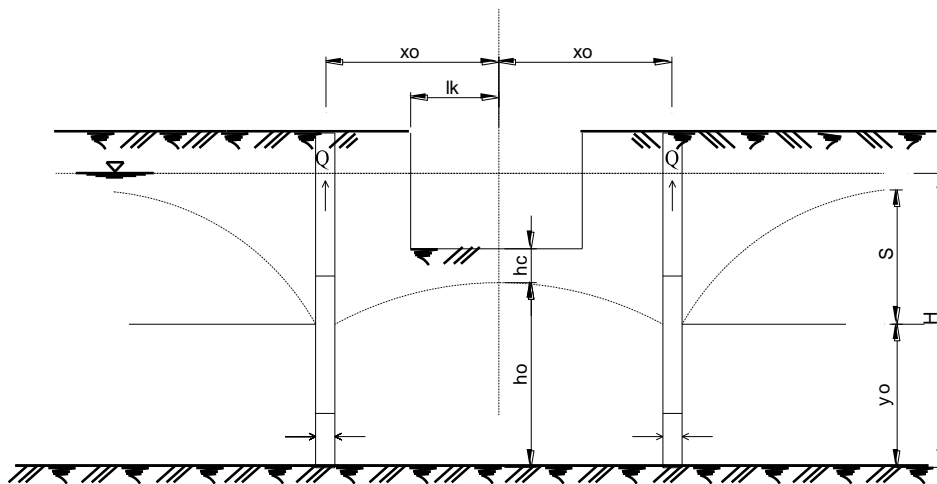
2.3.2. Phương pháp hạ bằng giếng [2]

a. Cách tính tổng quát

Tính toán và thiết kế hạ mực nước ngầm khi sử dụng giải pháp giếng cũng chia ra hai trường hợp để khảo sát : giếng hoàn chỉnh và không hoàn chỉnh.

- Trường hợp giếng hoàn chỉnh:

Trong trường hợp giếng hoàn chỉnh, chiều sâu giếng thấm hoặc ống kiến lọc đặt tới lớp đất không thấm nước (hình 2.1). Các giếng được bố trí ở xung quanh hồ móng với khoảng cách l_k .



Lớp đất không thấm nước

Hình 2.1 – Sơ đồ tính toán các giếng hoàn chỉnh

Khoảng cách này phụ thuộc vào số lượng giếng cần bố trí, có thể xác định theo công thức:

$$lk = \frac{u}{n_g} r \quad (2.5)$$

u - Chu vi hồ dọc theo trục của các giếng

n_g - Số lượng giếng bố trí xung quanh hồ móng

Số lượng giếng ở xung quanh hồ móng được tính toán theo công thức:

$$n_g = \frac{Q}{q} \quad (2.6)$$

Q- Lưu lượng nước tổng cộng thấm vào hồ móng.

q - Lưu lượng nước của mỗi giếng.

Trị số Q trong trường hợp hồ móng hoàn chỉnh có thể xác định theo công thức:

$$Q = \frac{1,37(2H - S)Sk}{\lg \frac{R}{x_0}} \quad (2.7)$$

Trong đó :

H - Khoảng cách từ mực nước ngầm đến lớp đất không thấm nước

S - Khoảng cách mực nước ngầm cần hạ ở trong giếng

k - Hệ số thấm của đất

R - Bán kính ảnh hưởng của giếng

x_0 - Bán kính biểu kiến của các giếng

Bán kính ảnh hưởng R có thể xác định theo công thức của I.P.Kuxakin:

$$R = 2H\sqrt{kH} \quad (\text{m}) \quad (2.8)$$

Hoặc theo công thức của I. Sulttxê:

$$R = 2H\sqrt{\frac{6HkT}{n}} \quad (\text{m}) \quad (2.9)$$

Trong đó :

T - Thời gian nước thấm (ngày đêm)

n - Độ rỗng của đất

Trị số x_0 trong hình 2.1 là bán kính biểu kiến (có khi còn gọi là bán kính tương đương) của tất cả các giếng, phụ thuộc vào kích thước hồ bố trí các giếng, được xác định như sau:

Đối với hồ rộng (khi tỷ số: $\frac{B}{L} \geq \frac{1}{10}$)

$$x_0 = \sqrt{\frac{F}{\pi}} \quad (2.10)$$

$$F = B.L \quad (2.11)$$

Trong đó:

B-Chiều rộng hồ bố trí các giếng

L-Chiều dài hồ bố trí các giếng

Đối với hồ hẹp (khi tỷ số $\frac{B}{L} \leq \frac{1}{10}$)

$$x_0 = \sqrt{x_1 \cdot x_2 \dots x_n} \quad (2.12)$$

Trong đó:

x_1, x_2, \dots, x_n khoảng cách từ các giếng đến trọng tâm của hồ móng khi thiết kế các ống kim lọc, trị số x_0 được tính toán theo công thức:

$$x_0 = \sqrt{\frac{u}{2\pi}} \quad (2.13)$$

Trong đó:

u - là chu vi hồ dọc theo trục các ống kim lọc.

Lưu lượng nước của một giếng có thể xác định theo công thức đề nghị của K.X.Abramov:

$$q = \frac{\pi k (2H - S) S}{\ln \frac{(R + x_0)^{n_g}}{x_0^{n_g - 1} r_g}} \sum_{\lambda=1}^{\lambda=n_g-1} l_n 2 \sin \frac{\pi \lambda}{n_g} \quad (\text{m}^3/\text{ngày}/\text{đêm}) \quad (2.14)$$

Trong đó:

r_g - bán kính giếng

λ - Số các số hạng của tổng từ 1 đến $(n_g - 1)$

Trị số q tính theo công thức (2.14) luôn phải thỏa mãn điều kiện:

$$q \leq q_h \quad (2.15)$$

Trong đó:

q_h – Khả năng hút nước của một giếng:

$$q_h = 2 \pi r_g y_0 v \quad (2.16)$$

Trong đó:

y_0 – Chiều dài phần lọc của giếng

v - tốc độ nước có thể thấm vào trong giếng

$$v = 60 \sqrt[4]{k} \quad (2.17)$$

Ở tâm hố móng, mực nước ngầm sau khi hạ xuống phải bảo đảm điều kiện:

$$h_c \geq 0,5 \text{ m} \quad (2.18)$$

Trong đó:

h_c – Khoảng cách từ đáy hố móng đến đỉnh mực nước ngầm sau khi hạ xuống.

Chiều cao mực nước ngầm sau khi hạ xuống ở tâm hố móng được tính toán theo công thức:

$$h_0 = \sqrt{H^2 - \frac{n_g q}{\pi k} \left[l_n(R + x_0) - \frac{1}{n} l_n(x_1 \cdot x_2 \dots x_n) \right]} \quad (2.19)$$

Hoặc tính toán theo công thức gần đúng:

$$h_0 = \sqrt{H^2 - \frac{n_g q l_n \frac{R + x_0}{x_0}}{\pi k}} \quad [2] \quad (2.20)$$

- Trường hợp giếng không hoàn chỉnh:

Trường hợp giếng không hoàn chỉnh là khi chiều sâu giếng thấm hoặc ống kim lọc không đạt tới lớp đất không thấm nước. Tính chính xác lượng nước thấm này là một vấn đề rất khó cả về lý thuyết cũng như về thực nghiệm.

Sau đây chỉ giới thiệu hai phương pháp tính:

+ Tính toán theo công thức của K.X.Abramov:

Lưu lượng nước của một giếng bằng:

$$q_0 = \pi k S \left[\frac{2h - S}{l_n \frac{(R + x_0)^{n_g}}{x_0^{n_g-1} r_g} - \sum_{\lambda=1}^{\lambda=n_g-1} l_n 2 \sin \frac{\pi \lambda}{n_g}} + \frac{2(H-h)\beta}{(1+\beta)N} \right] \quad (2.21)$$

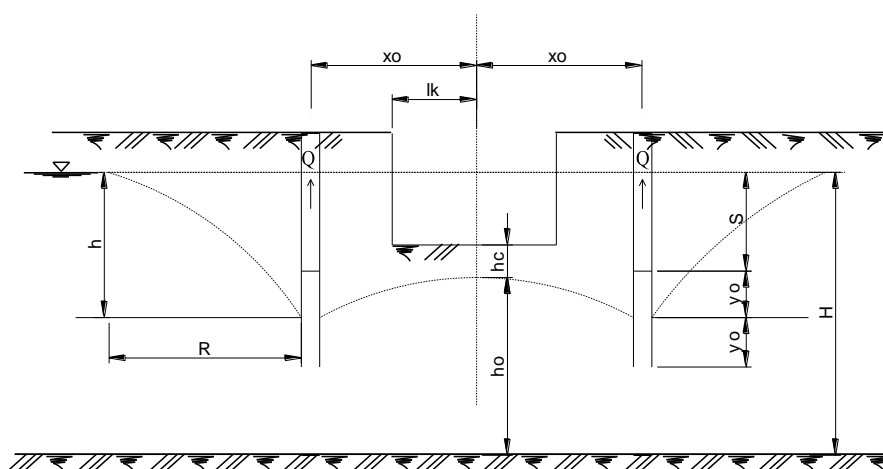
Trong đó:

$$h = S + \frac{y_0}{2} \quad (2.22)$$

$$\beta = \frac{N}{\xi_0} \quad (2.23)$$

$$\xi_0 = \frac{(H-h)}{y_0} \left[2l_n \frac{4(H-h)}{r_g} - f\left(\frac{y_0}{2(H-h)}\right) \right] - 1,38 \quad (2.24)$$

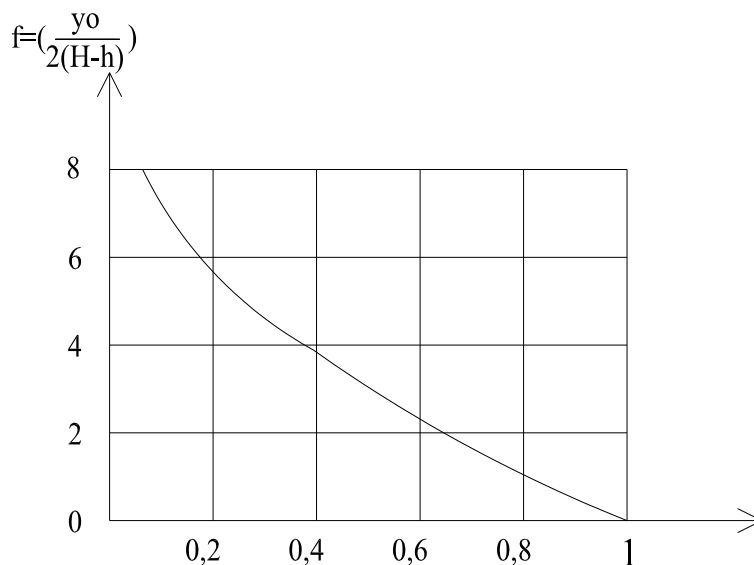
$$N = l_n \frac{R^{n_g}}{n_g x_0^{n_g-1} (H-h)} \quad (2.25)$$



Lớp đất không thấm nước

Hình 2.2 – Sơ đồ tính toán các giếng không hoàn chỉnh

Hàm $f\left(\frac{y_0}{2(H-h)}\right)$ xác định theo biểu đồ (Hình 2.3)



Hình 2.3-Biểu đồ xác định hàm $f\left(\frac{y_0}{2(H-h)}\right)$

Chiều cao mực nước ngầm sau khi hạ xuống tâm hố móng có thể xác định theo công thức của P.P.Argunov:

$$h_0 = \sqrt{H^2 - \frac{Q}{\pi k} \left[\frac{H - y_0}{y} \arcsin \frac{y_0}{x_0} - \frac{h_0 - y_0}{y_0} \arcsin \frac{y_0}{R + x_0} I_n \frac{R + x_0}{x_0} \right]} \quad (2-26)$$

các vấn đề khác tính toán giống như trường hợp giếng hoàn chỉnh.

+ Phương pháp tính gần đúng :

Ta phân lượng nước thấm vào các giếng không hoàn chỉnh ra làm hai phần: lượng nước không cao áp Q' giới hạn phía trên bằng đường thấm và phía dưới bằng mặt phẳng ở cao trình đáy giếng, và lượng nước cao áp Q'' giới hạn phía trên là cao trình mặt đáy giếng, còn phía dưới là lớp đất không thấm hoặc là đường giới hạn của vùng ảnh hưởng (h 2.3).

$$Q = Q' + Q''^{[2]}$$

$$Q' = \frac{1,36k(2H - S)S}{\lg \frac{A + R}{A}}$$

$$Q'' = \frac{2,72S_0tk^{[2]}}{\lg \frac{A + R}{A - \frac{t}{2}}}$$

Nếu chiều dày lớp đất chứa nước dưới đáy giếng rất lớn thì phải xác định vùng ảnh hưởng, nghĩa là một vùng sâu bằng chiều dày lớp đất có khả năng cung cấp nước cho giếng. Trị số của vùng ảnh hưởng Ta xác định theo bảng sau:

$\frac{S_0}{H}$	0,2	0,3	0,5	0,8	1,0
$\frac{T_a}{H}$	1,3	1,5	1,7	1,85	2,0

- Xác định số lượng giếng và khoảng cách giữa các giếng

Số lượng giếng lọc hoặc ống kim lọc cần thiết để hút được lưu lượng nước Q thấm vào hố móng ấn định bằng công thức :

$$N = \frac{Q}{q} m$$

q: Khả năng hút nước của một giếng

m : hệ số dự trữ, m= 1 ,2- 1 ,3

Khả năng hút nước của một giếng có phần lọc dài l, đường bán kính ngoài r là : $q = Fxv = 2 \pi nrlv$ (m³/ngđ)

F : diện tích mặt ngoài của ống lọc (m²)

v : tốc độ nước có thể thấm được vào ống lọc(m/ngđ)

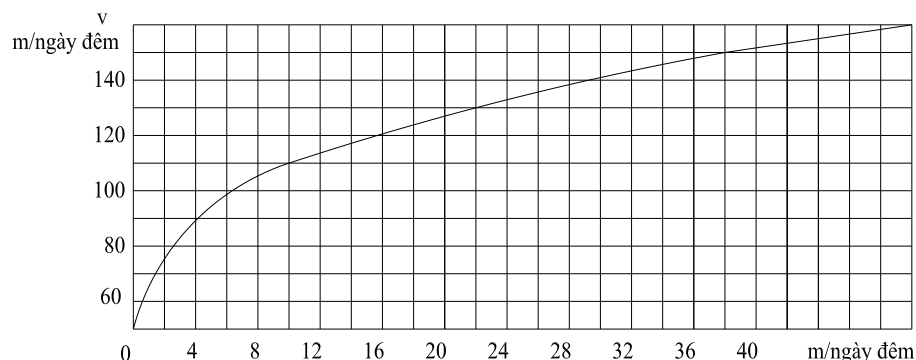
Xác định F đối với các ống giếng và các ống kim lọc hút nước sàn được hạ bằng phương pháp thủy lực, thì bán kính của giếng thường lớn hơn bán kính

của ống là 4 - 6 cm, vậy phải tính với bán kính của giếng; nếu có đồ sỏi lọc chung quanh thì tính bán kính giếng theo số liệu thực tế.

Xác định v - theo công thức thực nghiệm của Abramốp :

$$v = 60\sqrt[4]{k} \quad (k : \text{hệ số thấm m/ngđ})$$

Có thể xác định v bằng đồ thị (hình 2.2c)



Hình 2.4 – Biểu đồ xác định v

Độ sâu hạ mực nước ngầm ở giữa đáy hố móng là :

$$S_0 = S - \Delta S$$

Thường lấy S_0 sâu hơn đáy hố móng độ 0,5-0,1m

Trị số ΔS phụ thuộc vào kích thước hố móng, tính chất của đất, kích thước của giếng, của ống kim lọc, độ sâu và khoảng cách của chúng, và có thể tính bằng công thức:

$$N = l_n \frac{R^{n_g}}{n_g x_0^{n_g-1} (H - h)}$$

Khoảng cách giữa các giếng hoặc các ống kim lọc ấn định bằng:

P: chu vi hố móng theo trục hàng giếng

- Ấn định chiều sâu hạ giếng xuống đất:

Chiều sâu hạ giếng L , tính bằng công thức:

$$L = Z + S_0 + \Delta S + \Delta h + 1 + h_0$$

Z: độ cao của ống tích thủy trên mực nước ngầm (m)

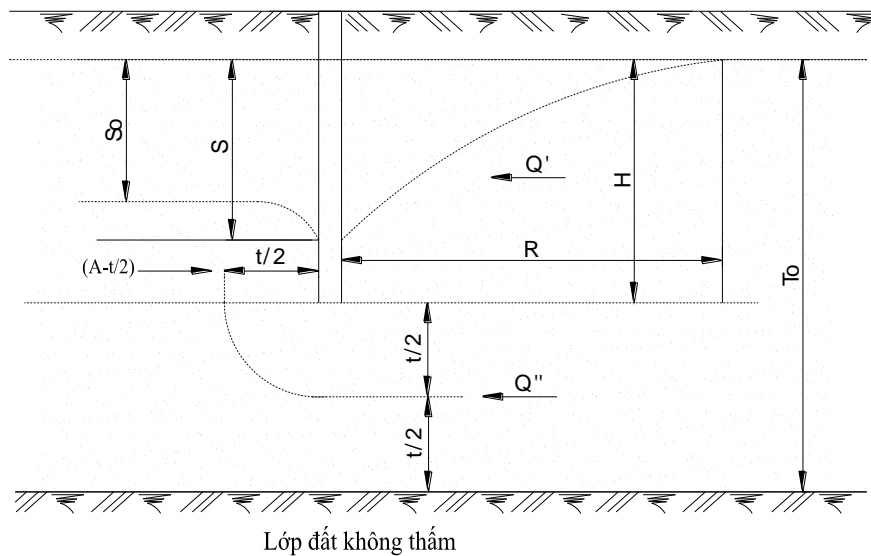
So: độ sâu hạ mực nước ngầm ở giữa hố móng

ΔS : độ sâu hạ thêm mực nước ở trong giếng.

Δh : cột nước tiêu hao khi nước chảy qua ống lọc(0,5 - 1,0m)

l: chiều dài phần lọc (m)

ho: độ ngập nước của phần lọc.



Hình 2.5 Sơ đồ tính lượng nước ngầm thấm vào giếng không hoàn chỉnh

Đối với những ống kim lọc hút nông và những ống kim lọc hút sâu có miệng phun đặt thấp thì $h_o=0$. Còn đối với các máy bơm hút sâu và ống kim lọc hút nông (chân không) kiểu cổ, ống kim lọc hút sâu có miệng phun ở trên phần lọc thì lấy $h_o=0,5-2m$ tùy theo điều kiện địa phương.

Tóm lại trình tự tính toán một hệ thống hạ mực nước ngầm như sau:

1. Ấn định loại thiết bị hạ mực nước ngầm, tuyến đặt hệ thống.
2. Xác định khả năng hút nước của giếng; trong trường hợp phải hạ sâu mực nước thì ấn định trước chiều dài phần lọc theo chiều dài phần lọc theo chiều dày lớp đất chứa nước, hệ số thấm của đất và các điều kiện khác.
3. Ấn định ΔS , S và L

4. Tính toán các trị số: A, R, và $\frac{A+R}{A}$ ($A = \sqrt{\frac{F}{\pi}}$ (m) và $R = 2S\sqrt{Hk}$ (m))

5. Tính lưu lượng nước từ ngoài chảy vào hố móng.

6. Xác định số lượng và khoảng cách giữa các giếng.

7. Vạch sơ đồ bố trí các trạm máy bơm, các ống và máng dẫn nước.

8. Tính công suất động cơ điện.

b) Sau đây là các bước tính toán khi hạ bằng một số Phương pháp thông dụng:

Thiết kế hạ mực nước ngầm bằng giếng lọc

Lưu lượng nước chảy vào hố đào được tính gần đúng theo công thức :

$$Q = q.F + \frac{F.h_m.K_1}{24} (m^3/h) \quad (2.27)$$

Trong đó : q : Lưu lượng lọc của 1 m² hố đào (m³/m) phụ thuộc vào đất đá (cát hạt nhỏ lấy q=0.16, hạt trung q=0.24 , hạt thô q=0.35)

F - Diện tích hố đào (m²)

h_m - Lượng nước mưa trong ngày;

K₁ - Hệ số dự phòng = 1,1 ÷ 1,3

Khi hố đào có tường cừ vây xung quanh, lưu lượng nước chảy vào hố xác định theo công thức

$$Q = q_0.U.H.h (m^3/h) \quad (2.28)$$

Trong đó q₀ = 0,2 ÷ 1,3: phụ thuộc vào độ dày lớp nước ngầm (độ cao cột nước áp lực)

h- Độ sâu chôn cừ

U : Chu vi hố đào.

2.2.3 Thiết kế hạ mực nước ngầm bằng giếng điểm nhẹ, giếng phun, giếng ống

a. Xác định độ sâu chôn ống giếng điểm

Độ sâu chôn ống phải bảo đảm sao cho mực nước ngầm được rút xuống sẽ sâu hơn cốt đáy hố móng 0,5 – 1m. Độ sâu chôn ống xác định bằng công thức sau (hình 2.3):

$$H = h_1 + h_2 + \Delta h + IL_1 + L \quad (2.29)$$

Trong đó :

H: độ sâu chôn ống giếng điểm (m)

H1 : cự li từ mực nước ngầm đến đáy hố móng (m)

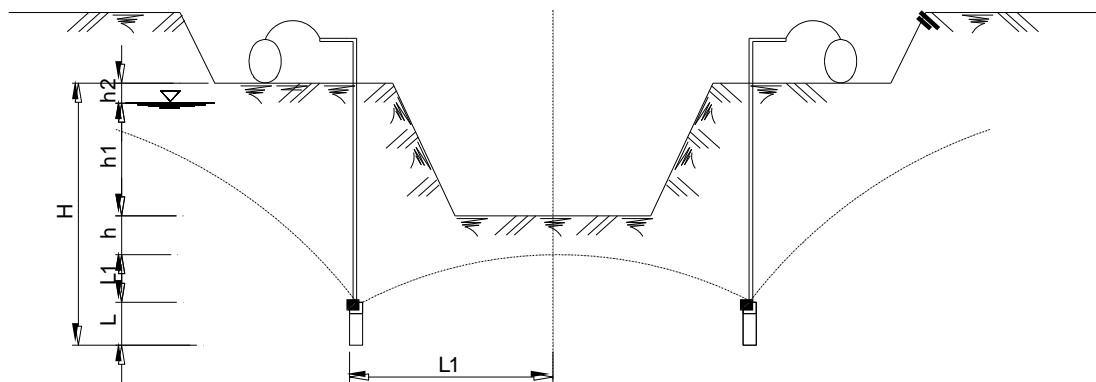
H2: cự li từ mực nước ngầm đến ống thu nước chính. (m)

Δh : cự li an toàn từ mực nước ngầm đã hạ xuống tới đáy hố móng (m)

I: Độ dốc thủy lực , thường lấy 1/10 :

L1:cự li nằm ngang từ đường trung tâm của ống điểm giếng đến đường trung tâm của hố móng (m)

L: độ dài của ống lọc (m)



Hình 2.6 Độ sâu chôn ống giếng điểm

b. Xác định bán kính suy dẫn xo của hệ thống giếng điểm vòng áp dụng "phương pháp giếng lớn" , cho hố móng hình chữ nhật chuyển đổi thành giếng tròn lớn lý tưởng với bán kính xo' tính tổng lượng nước chảy vào giếng như giếng lớn (như công thức 2.1) .

Hố móng hình chữ nhật:

$$x_0 = \eta \frac{C+B}{4} \quad (2.30)$$

Trong đó :

B - chiều dài hố móng (m)

C - chiều rộng hố móng (m)

η - hệ số (có thể tra bảng 2.3)

Bảng 2.2 Hệ số η

C/B	0	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6-1
η	1,0	1,05	1,08	1,2	1,14	1,16	1,17	1,16

Bán kính suy dẫn x_0 của hố móng có hình dạng không vuông vắn là:

$$\text{Khi } B: C < 2-3, x_0 = \frac{F}{\Pi} = 0.565\sqrt{F} \quad (2.31)$$

$$\text{Khi } B: C > 2-3, x_0 = \frac{P}{\Pi} = 0.159P \quad (2.31)$$

Trong đó:

F – Diện tích hố móng có hình dạng không vuông vắn (m²)

P- chu vi hố móng có hình dạng không vuông vắn (m)

3.Xác định bán kính ảnh hưởng hút nước R (công thức kinh nghiệm xem bảng 2.4)

$$R = \sqrt{x_0^2 + \frac{2KtH}{m}} \quad (2.33)$$

Trong đó:

T – thời gian, bắt đầu tính từ khi hút nước (2-5 ngày đêm)(ngày)

H – độ sâu tầng chứa nước (m)

K – hệ số thấm (m/ng)

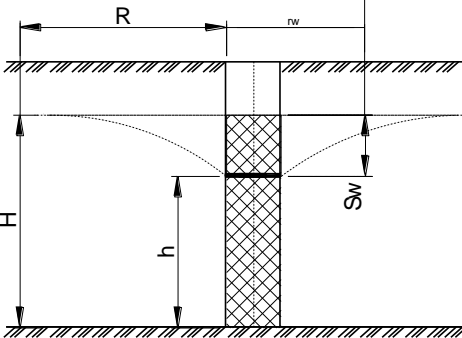
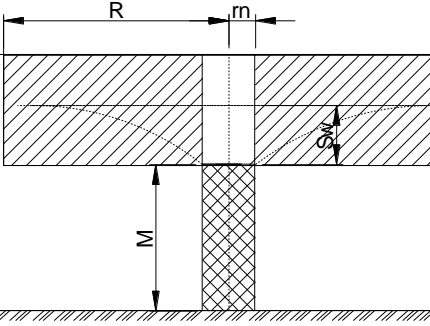
m – độ cấp nước của đất (hệ số cấp nước), tra bảng 2.3

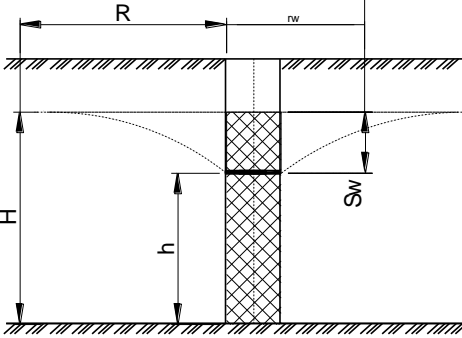
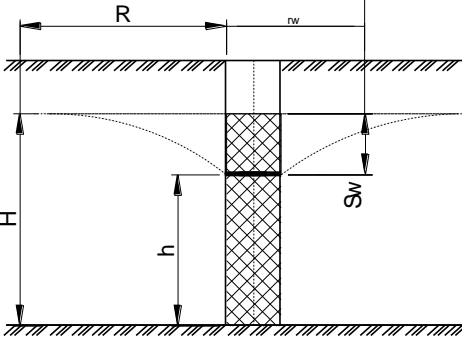
Bảng 2.3 Hệ số cấp nước m

Loại	Sỏi	Cát thô	Cát	Cát mịn	Cát	Đất sét	Đất	Than
------	-----	---------	-----	---------	-----	---------	-----	------

đất	cuội		trung		bột	bột	sét	bùn
m	0,30- 0,35	0,25- 0,30	0,20- 0,25	0,15- 0,20	0,10- 0,15	0,10- 0,15	0,04- 0,07	0,02- 0,05

Bảng 2.4. Công thức tính kinh nghiệm tính bán kính ảnh hưởng

Hình vẽ	Công thức tính toán	Điều kiện thích dụng
 <p>Ghi chú: K – (m/ngày) K – (m/s) R, S_w, H – (m)</p>	$R = 575 S_w \sqrt{K}$ $R = 2 S_w \sqrt{HK}$	Thích dụng với tầng nước ngầm trong cát, hút nước thành nhóm, đường kính nhỏ (lỗ khoan), trị tính toán thiên về nhỏ, chỉ thích hợp với bán kính ảnh hưởng khi bắt đầu hút nước, nước có áp cũng có thể áp dụng công thức này, nhưng H là độ cao từ đáy tầng chứa nước đến mực nước động, với tầng nham khe nứt, R tính theo công thức này thường nhỏ hơn 2 – 5 lần
 <p>Ghi chú:</p>	$R = 3000 S_w \sqrt{K}$ $R = 10 S_w \sqrt{HK}$	Công thức này không thể kể đến độ dày tầng chứa nước, độ chính xác của nó hơi kém, nhưng với những tầng chứa nước có độ dày lớn mà thời gian hút nước lại khá dài thì có thể số liệu tương đối chính

<p>$K - (m/ngày)$ $R-(m); S_w - (m)$</p>		<p>xác, công thức này tính gần đúng với tầng nước có áp, nhưng hơi thiên về nhỏ.</p>
 <p>Ghi chú: $T -$ thời gian hút nước (h) $T -$ thời gian hút nước (s) $\mu -$ độ cấp nước $k -$ Hệ số thấm thấu (m/s)</p>	$R = \sqrt{\frac{6Hkt}{\mu}}$	<p>Chỉ thích dụng với quá trình nước ngầm có dòng chảy không ổn định, khuyết điểm của nó là không bao gồm trong mối quan hệ giữa R với S, Q, thứ nữa là không đưa ra một hạn độ cho thời gian hút nước kéo dài T và t (nguyên tắc là trước khi phễu thấm nước đạt được ổn định), do đó trong trường hợp thời gian hút nước kéo dài khác nhau, trị R có thể chênh nhau rất lớn.</p>
	$R = \sqrt{\frac{3,68Hkt}{\mu}}$ $R = 4,7 \sqrt{\frac{6Hkt}{\mu}}$ $R = 7,4 \sqrt{\frac{6Hkt}{\mu}}$	<p>Chỉ thích ứng dụng với nước ngầm có áp</p>

2.2.4 Tính tổng lưu lượng nước chảy vào hố móng

a) Khi hố móng hẹp và dài, dùng công thức sau để tính tổng lưu lượng nước chảy vào hố móng:

$$Q = KB \frac{H^2 - h^2}{k} \quad (2.34)$$

Trong đó:

Q- tổng lưu lượng nước chảy vào hố móng (m³/ngày)

H – bề dày của tầng chứa nước (m)

H – mực nước trên thành hố móng tính từ đáy lớp cách nước (m)

B – Bề dày hố móng (m)

K – hệ số thấm (m/ngày)

R – bán kính ảnh hưởng hút nước (m)

(1) Khi hố móng hoàn chỉnh theo hướng chảy của nước ngầm thì dùng công thức sau:

(1) Khi hố móng hoàn chỉnh theo hướng chảy của nước ngầm thì dùng công thức sau:

$$Q = \frac{KB(2H - S)S}{R} + \frac{1.37K(2H - S)S}{1gk - 1gc/2} \quad (2.36)$$

Trong đó:

S: trị số hạ xuống của mực nước ngầm (m)

c: bề rộng hố móng (m);

(2) Khi hố móng hoàn chỉnh theo hướng chảy của nước chịu áp thì dùng công thức sau:

$$Q = \frac{2KMBS}{R} + \frac{2,37KMS}{1gk - 1gc/2} \quad (2.37)$$

M - bề dày của tầng chứa nước (m)

2) Khi hố móng không phải là dài và hẹp thì tính theo phương pháp giếng lớn.

(1) Công thức tính lượng nước ngầm vào hố móng của nhóm giếng nước ngầm.

$$Q = \frac{1.366K(H^2 + h_c^2)}{\lg(R + x_0) - \lg x_0} \quad (2.38)$$

Trong đó:

H – bề dày của tầng chứa nước ngầm (m)

R – bán kính ảnh hưởng của 1 giếng (m)

h_c – độ cao cột nước ở trung tâm hố móng (m)

(2) Công thức tính lượng nước thấm vào hố móng của nhóm giếng có áp

$$Q = \frac{2.732KM(H_o - h_c)}{\lg(R + x_0) - \lg x_0} \quad (2.39)$$

Trong đó:

H_o – độ cao cột nước của tầng chứa nước có áp (m)

M – bề dày tầng chứa nước có áp (m)

5. tính lượng nước vào lớn nhất của mỗi ống giếng điểm (lượng nước giới hạn)

$$Q = 120\pi r_w L \sqrt[3]{K} \quad (2.40)$$

Trong đó:

R_w – bán kính ống lọc (m)

L – chiều dài ống lọc (m)

K – Hệ số thấm (m/ngày)

6. Xác định số giếng điểm

$$n = Q/q \quad (2.41)$$

Trong đó:

n – số ống giếng điểm

Q – tổng lượng nước chảy vào hố móng (m^3 /ngày)

7. Tìm cự ly giữa các ống giếng điếm

$$D = \frac{L}{n} \quad (2.42)$$

8. Lựa chọn thiết bị hút nước

$$n = \frac{aQH}{75\eta_1\eta_2} \quad (2.43)$$

Trong đó:

H – tổng độ cao bao gồm cả khoảng đầy, khoảng hút và các tổn thất cột nước do các loại lực cản tạo thành (m):

a – hệ số an toàn, thường lấy là 2;

η_1 - hiệu suất máy bơm, lấy 0,4-0,5;

η_2 - hiệu suất máy động lực, lấy 0,75-0,85.

- Trường hợp dùng hệ thống kim lọc:

Khoảng cách giữa các ống kim lọc thường bố trí trong phạm vi 0,75-3,0m.

Khoảng cách này phụ thuộc vào chiều sâu mực nước ngầm cần hạ, có thể tham khảo ở bảng 2.5.

Bảng 2.5 Khoảng cách giữa các ống kim lọc

So (m)	Khoảng cách giữa các ống kim lọc (m)
So > 4	0,75
So = 4 - 3	0,75 – 1,50
So < 3	1,50 – 3,00

So – Chiều sâu mực nước ngầm cần hạ

Dựa vào bảng 2-1 cũng có thể xác định sơ bộ số lượng ống kim lọc sau khi đã biết được chu vi hố móng.

Căn cứ vào điều kiện hút nước thì chiều dài tối thiểu của ống kim lọc sẽ tính theo công thức:

$$L_{\min} = hb + So + S \quad (2.44)$$

Trong đó:

hb – Chiều cao trục bơm đặt trên mặt đất đến mực nước ngầm ban đầu

S – Chiều cao mực nước ngầm hạ thấp ở trong ống kim lọc

$$S = \sqrt{\frac{Q}{n_k \pi k} L_n \frac{x_0}{n_k r_g}} \quad (2.45)$$

Để đảm bảo cho ống kim lọc làm việc được tốt thì chiều dài tính toán L của ống kim lọc sẽ là:

$$L = L_{\min} + (1,5 - 2,0) \text{ m} \quad (2.46)$$

2.2.5 Thiết kế hạ mực nước ngầm bằng giếng điểm thấm

a. Tính độ sâu mực nước thiết kế có thể theo công thức (2.29) (xem hình 2.3)

$$H = S + H_2 + IL \quad (2.47)$$

Trong đó:

S- độ hạ thấp mực nước yêu cầu (m)

H₂ - độ sâu mực nước của tầng trên (m)

L – cự ly nằm ngang từ giếng điểm đến trung tâm hố móng (m)

I – độ dốc thủy lực

b. Tính lưu lượng nước Q dự định hạ xuống:

$$Q = \frac{\pi K (2H_1 - S) S}{\ln R / x_0} \quad (2.48)$$

Trong đó:

K - hệ số thấm của tầng chứa nước ở bên trên (m/ngày)

H₁ - bề dày bình quân của tầng chứa nước ở bên trên (m)

S - độ sâu hạ mực nước yêu cầu (m)

R- bán kính ảnh hưởng (m)

x₀ - bán kính suy dẫn (m)

c. Tính theo giếng nước chịu áp lực hoàn chỉnh

Độ cao mực nước hỗn hợp h' tự thấm tính theo công thức sau:

$$h' = \frac{Q \ln(R/x_o)}{2\pi KM} + H_o \quad (2.49)$$

Trong đó:

Q – lượng nước dự định phải hạ ($m^3/ngày$)

H – chiều cao cột nước tính tự đáy của tầng chứa nước có áp ở bên dưới (m)

M – bề dày tầng chứa nước so áp tự thấm ở bên dưới (m)

K – hệ số thấm của tầng tự thấm ở bên dưới, xem bảng 2.6 ($m/ngày$)

d. Tầng tự thấm và tầng nước ngầm có áp

Khi tầng tự thấm là tầng nước có áp, tính theo công thức sau:

$$h' = \frac{Q \ln(R/x_o)}{1.366K} + H_1^2 \quad (2.50)$$

Trong đó:

Q – lượng nước dự định hạ xuống ($m^3/ngày$)

H_1 – bề dày tầng nước ngầm của tầng tự thấm ở bên dưới (m)

Bảng 2.6. Trị số kinh nghiệm của hệ số thấm thấu

Lớp đất	Hạt của lớp đất		Hệ số thấm thấu k (m/ngày)
	Đường kính hạt (mm)	Trọng lượng chiếm theo %	
Đất sét bột			0,05
Đất bột sét			0,05 – 0,1
Đất sét bột			0,1 – 0,25
Cát – đất mịn			0,5-1
Cát bột	0,05-0,1	<70	1-5
Cát mịn	0,1-0,25	>70	5-10
Cát trung	0,25-05	>50	10-25

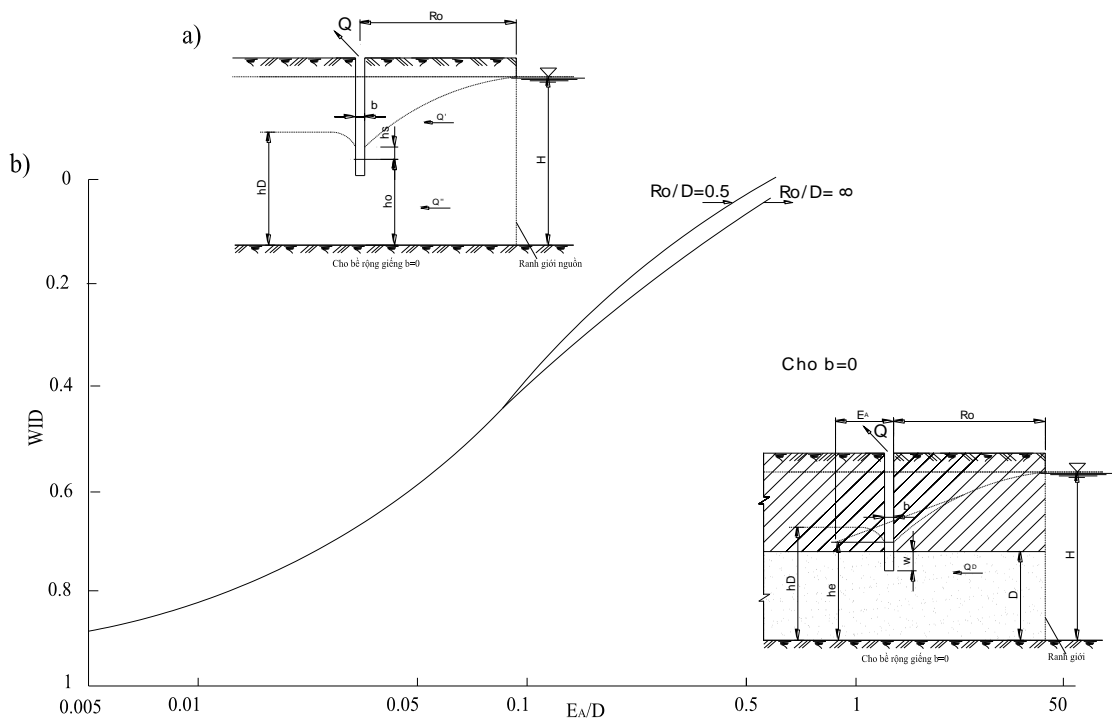
Cát thô	0,5-0,1	>50	25-50
Cát cực thô	1-2	>50	50-100
Sỏi có lẫn cát			75-150
Sỏi có kèm cát thô			100-200
Sỏi thô			200-500
Đá nổi lớn hạt tròn			500-1000

Ta có thể bơm hút nước để xác định k hoặc lấy theo số liệu kinh nghiệm của địa phương.

Trong trường hợp giếng hút nước không đặt sâu tới tầng đất không thấm ta sẽ có giếng không hoàn chỉnh (partial penetration). Lúc này tổng lưu lượng nước Q chảy vào hố móng và độ cao mực nước cần hạ hD sẽ được tính toán theo các trường hợp dưới đây:

- *Tháo nước cho các hào hẹp*

- **Trường hợp 1:** Giếng được bố trí một bên, nước ngầm trong lực, tầng chứa nước không hạn chế, nguồn nước: sông hoặc dòng chảy tương tự. Các ký hiệu (xem hình 2.7)



Hình 2.7 Giếng hút nước không hoàn chỉnh 1 hàng với một nguồn nước

a) Giếng hút nước trong điều kiện trọng lực b) giếng tự chảy, biểu đồ $U/D - E_A/D$

x – chiều dài của hào (m)

H – chiều cao mực nước tĩnh (m)

h_0 – độ cao mực nước trong giếng (m)

h_s – độ chênh cao mực nước trong và ngoài giếng, thường rất nhỏ, xấp xỉ $0,001H$ (m)

k – hệ số thấm của đất (m/s)

R_0 – khoảng cách tới nguồn dòng, lấy bằng bán kính ảnh hưởng R_0 (m)

Lưu lượng nước chảy vào trong giếng (hình 2.4a)

$$Q = \left[(0.73 + 0.27 \frac{(H - h_0)}{H}) \frac{kx}{2R_0} (H^2 - h_0^2) \right] \text{ (m}^3\text{/s) (2.51)}$$

Và đỉnh dòng tính từ mái lớp không thấm nước

$$h_D = h_0 \left[\frac{1.48(H - h_0)}{R_0} + 1 \right] \text{ (2.52)}$$

+ Trường hợp 2: Giếng bố trí 1 bên, nước có áp (giếng phun/tự chảy) (hình 2.8)

$$Q = \left[\frac{kDx(H - h_0)}{R_0 + EA} \right] \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (2.53)$$

$$h_D = \left[\frac{E_A(H - h_e)}{R_0 + EA} + h_e \right] \quad (2.54)$$

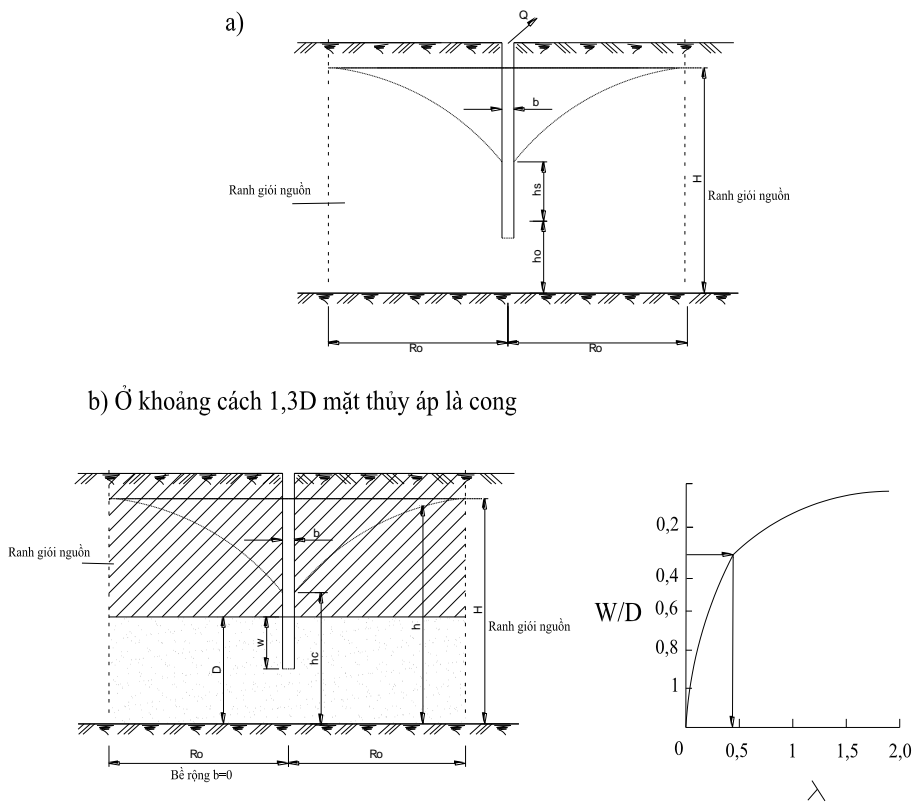
Trong đó: E_A - xác định theo biểu đồ trên hình 2.4b phụ thuộc bề dày của tầng thấm D và độ sâu của giếng tầng thấm W.

H_c – độ cao của mực nước trong giếng tự chảy (m)

- Trường hợp 3: giếng không hoàn chỉnh bố trí 1 ở 1 bên hào đào trong tầng chứa nước trọng lực ở giữa 2 nguồn cấp nước hay hai sông khi hào hẹp. Lưu lượng của giếng (hình 2.8).

$$Q = \left[\left(0.73 + 0.27 \frac{(H - h_0)}{H} \right) \frac{kx}{R_0} (H^2 - h_0^2) \right] \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (2.55)$$

Mansur và Kaufman cho rằng công thức giống như trường hợp 1 và 2, đều dựa trên nghiên cứu mô hình của Chapman về dòng trọng lực từ 1 nguồn cấp tới 1 giếng đơn không hoàn chỉnh. Thí nghiệm mô hình cho thấy có sự bất thường nhỏ và công thức này nên được xem xét chỉ khi cần tính lưu lượng với yêu cầu phải hạ thấp nhiều mực nước.



Hình 2.8 Giếng không hoàn chỉnh bố trí 1 hàng ở giữa 2 nguồn nước

a) Điều kiện nước trọng lực b) Điều kiện tự chảy, biểu đồ $W/D-\lambda$

+ **Trường hợp 4:** Giếng tự chảy, không hoàn chỉnh, nằm giữa 2 nguồn cấp nước khi hào hẹp, giếng ở một phía, có 2 nguồn nước cấp hoặc 2 sông (hình 2.8).

Tổng lưu lượng:

$$Q = \frac{2kDx(H - h_c)}{R_0 + \lambda D} \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (2.56)$$

Tại khoảng cách y tới trục giếng khi y lớn hơn $1,3D$; cao độ h tăng tuyến tính theo y và được biểu diễn bởi công thức sau:

$$h = h_e + (H - h_e) \left(\frac{y + \lambda D}{R_0 + \lambda D} \right) \quad (2.57)$$

Trong đó λ là hệ số phụ thuộc tỉ số giữa độ chôn sâu của giếng W và chiều dày của tầng chứa nước D (hình 2.8). Trong hình, W là độ sâu của đáy giếng kể từ mặt trên của tầng chứa nước.

- Tháo nước cho các hào rộng hay đáy hố đào hình chữ nhật nhỏ:

+ **Trường hợp 5:** Giếng không hoàn chỉnh bố trí thành 2 hàng nằm 2 bên hào/ hố đào với 2 nguồn cấp nước trọng lực (hình 2.9).

Tổng lưu lượng của 2 giếng lấy gấp đôi khi bố trí 1 giếng tính theo công thức 2.51 từ trường hợp 1 trên đây còn độ cao mực nước sẽ được hạ tính bằng công thức:

$$h_D = h_e \left[\frac{C_1 C_2}{L} (H - h_o) + 1 \right] \quad (2.58)$$

C1 và C2 cho trong hình 2.6a

Chú ý rằng: đối với các hố móng rộng có dạng hình vuông, các giếng tháo nước sẽ phải tính cho cả 4 cạnh của hố. Để duy trì đầy đủ khả năng bơm hút cần phải tính tổng lưu lượng Q một cách riêng biệt cho mỗi cạnh đối nhau của hố đào.

+ **Trường hợp 6:** Giếng tự chảy, không hoàn chỉnh, bố trí thành 2 hàng ở 2 bên cạnh đối xứng của hố và nằm giữa 2 nguồn nước hoặc dòng sông song song. Áp dụng cho hào, hố đào có 2 hàng giếng tháo nước, tự chảy nằm giữa 2 nguồn (hình 2.6b).

Q là tổng lưu lượng của hai giếng và lấy gấp đôi so với một nguồn tính từ công thức (2.53), giá trị EA cũng xác định từ biểu đồ hình 2.7 của trường hợp 2. Độ cao mực nước được hạ thấp hD giữa 2 giếng có thể tính theo công thức (2.54) (trừ trường hợp các giếng đặt rất gần nhau thì việc duy trì khả năng tháo nước lấy theo tính toán).

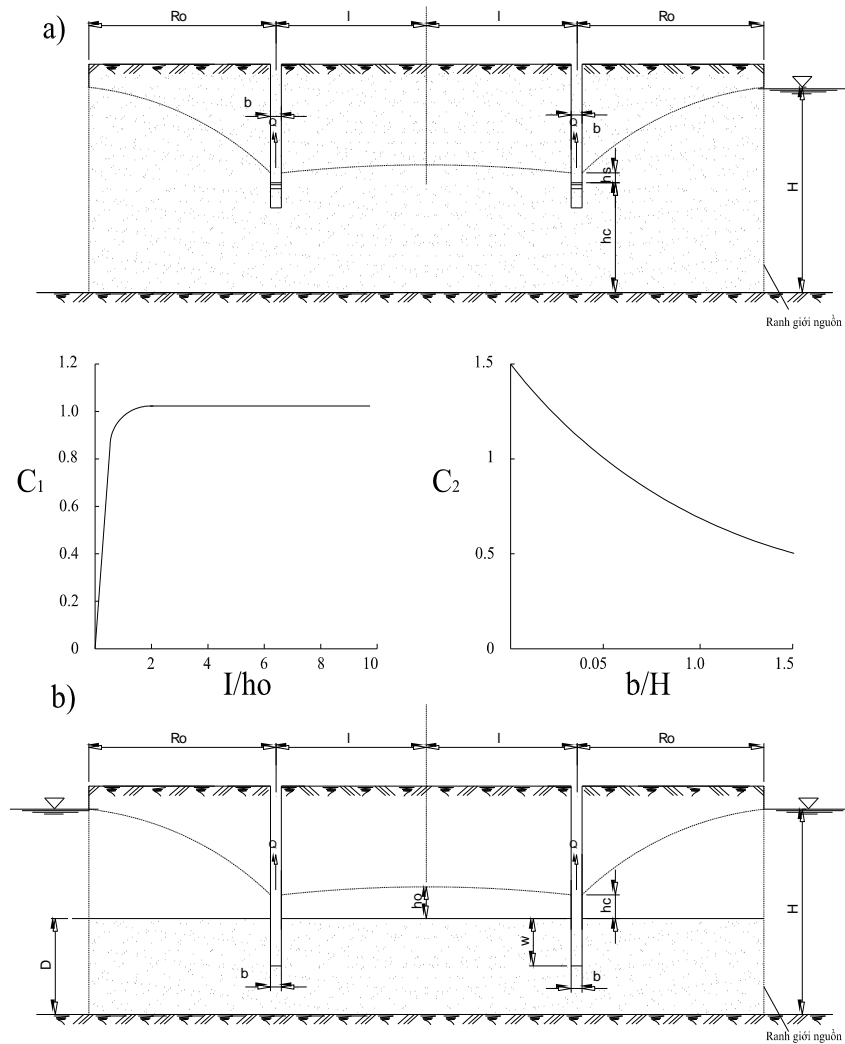
- Tháo nước cho hố móng có mặt bằng hình chữ nhật hoặc hình vuông không có cọc bản cừ.

+ **Trường hợp 7:** Giếng hoàn chỉnh hạ vào tầng chứa nước trọng lực với nguồn nước bao tròn chung quanh. Áp dụng để tính toán việc tháo nước

cho hồ móng hình chữ nhật hoặc hình vuông, tầng chứa nước không hạn chế (hình 2.9).

Theo định luật Darcy ta có:

$$Q = \frac{\pi K (H^2 - h_w^2)}{\log_e (R_o / r_w)} \quad (2.59)$$



Hình 2.9 Giếng không hoàn chỉnh bố trí 2 hàng ở giữa 2 nguồn nước.

a) Điều kiện trọng lực, biểu đồ C1-l/ho và C2-b/H; b) Điều kiện tự chảy

Và khoảng hạ (H-h) tại khoảng cách r tới giếng có thể tính như sau:

$$(H^2 - h^2) = \frac{Q}{\pi K} \log_e (R_o / r) \quad (2.60)$$

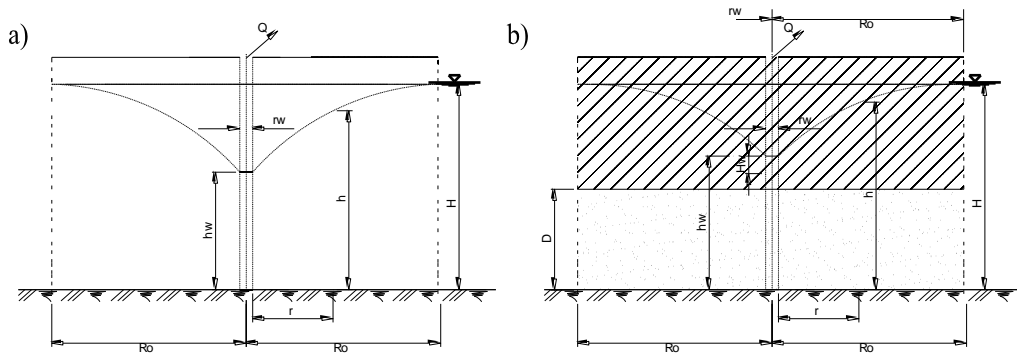
+ Trường hợp 8: như trên nhưng với giếng tự chảy

$$Q = \frac{2\pi k D (H - h_w)}{\log_e (R_0 / r_w)} \quad (2.61)$$

Và khoảng hạ ($H - h$) tại khoảng cách r tới giếng có thể tính như sau:

$$(H - h) = \frac{Q}{2\pi k D} \log_e (R_0 / r) \quad (2.62)$$

+ **Trường hợp 9:** Khi các giếng được bố trí theo hình tròn (hình 2.10) trong tầng chứa nước tự chảy, ta tính lưu lượng Q theo kết quả nghiên cứu của Forchheimer:



Hình 2.10 Giếng hoàn chỉnh, 1 giếng với nguồn nước hình tròn bao quanh. a) Điều kiện nước trọng lực; b) Điều kiện nước tự chảy

$$Q = \frac{\pi k (H^2 - h_e^2)}{\log_e R_0 - \log_e a} \quad (2.63)$$

Trong đó:

Q – tổng lưu lượng dãy giếng bố trí hình tròn;

a – bán kính của dãy giếng bố trí quanh móng kể từ tâm hố đào;

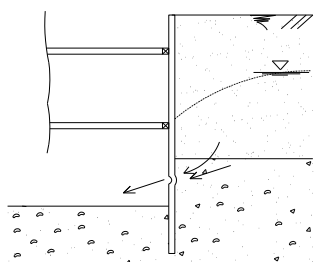
h_e – độ cao mực nước bên trên tầng không thấm tại tâm vòng tròn của dãy giếng.

2.3 Ảnh hưởng của việc hạ mực nước ngầm đến các công trình lân cận:

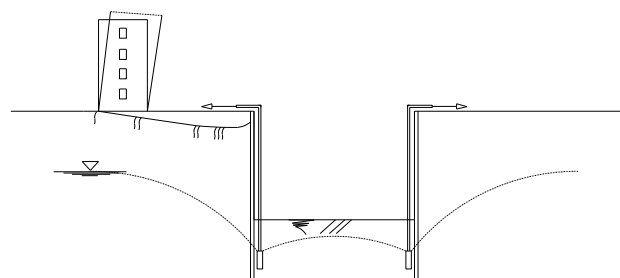
2.3.1 Gây lún các công trình xung quanh [4]

Khuyết điểm lớn nhất của giải pháp hạ mực nước ngầm khi thi công tầng hầm là sẽ dẫn đến lún không đều của các công trình xây dựng ở xung

quanh. Nước ở trong mỗi giếng điếm khi bị hạ xuống có hình phễu, hạ mực nước ở xung quanh toàn hố móng tất sẽ tạo thành một mặt cong xa gần lớn nhỏ. Hạ mực nước ngầm một mặt sẽ làm giảm áp lực đẩy nổi của nước ngầm đối với các công trình xây dựng trên mặt đất, làm cho nền đất yếu phải nén co nên lún xuống. Ngoài ra, nước lỗ rỗng từ trong đất bị rút ra, nền đất bị biến dạng cố kết, bản thân nó sẽ bị nén co lại và lún xuống. Lượng lún mặt đất sẽ tương đương với lượng hạ mực nước ngầm dưới mặt đất. Phân bố của mặt cong của hạ mực nước ngầm khi hạ xuống sẽ dẫn đến lún không đều của các công trình xây dựng ở xung quanh. Đặc biệt các công trình trong Hải Phòng là các công trình xây chen do đó khả năng ảnh hưởng lún đến các công trình xung quanh rất dễ xảy ra. Khi lún không đều đến một mức độ nhất định tất sẽ làm cho các công trình bị nứt, bị nghiêng lệch, có khi còn sụp đổ rất nguy hiểm... Khi đào hố móng ở vùng có mực nước ngầm cao không làm màng quay ngăn nước mà cứ hạ mực nước ngầm thật sâu ở bên trong hố, làm cho nền đất trong một phạm vi nhất định ở bên ngoài kết cấu chắn giữ sẽ bị lún không đều theo sự hình thành cố kết mất nước làm cho công trình xây dựng xung quanh hố móng bị nghiêng, đường đi và các loại đường ống bị nứt, thậm chí bị phá vỡ. (xem hình vẽ 2.11, 2.12)



Hình 2.11 Đất ở xung quanh trong hố móng bị trôi



Hình 2.12 Hạ mực nước ngầm ở bên hố móng làm cho đất xung quanh lún không đều

Do đó ngay từ khâu thiết kế cho đến lúc thi công nên kết hợp hố móng để mái dốc với hạ mực nước ngầm, phải rất chú ý ảnh hưởng đối với các công

trình xây dựng ở xung quanh, hạn chế lún không đều trong một phạm vi cho phép đảm bảo an toàn cho hồ móng và cho các công trình xây dựng ở gần hồ móng. Trong điều kiện của Hải Phòng cần xem xét các mặt sau để tìm biện pháp giảm lún không đều:

- Đường cong hạ mực nước ngầm ở quanh hồ móng khác nhau rất xa tùy theo sự khác nhau của yêu cầu hạ mực nước ngầm và phương pháp cũng như phương án cụ thể hạ mực nước ngầm, vì vậy không cần đề ra độ sâu hạ mực nước ngầm quá lớn, với tiền đề là trên cơ bản đáp ứng được yêu cầu hạ mực nước, phải phân tích so sánh các loại phương pháp hạ mực nước để chọn phương án tối ưu.

- Khi tháo nước tạm thời hoặc liên tục để xây dựng công trình mới thì biến dạng của nền công trình hiện có sẽ tăng lên do không còn áp lực đẩy nổi với tác động của ứng suất thêm có hiệu quả trong đất:

$$\sigma_w^T = (\gamma - \gamma_{dn})h_w \quad (2.64)$$

trong đó: γ - trọng lượng thể tích của đất;

$$\gamma_{dn} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e} \quad (2.65)$$

γ_s - trọng lượng riêng của hạt đất; γ_w - trọng lượng thể tích của nước; e - hệ số rỗng của đất; h_w - sự hạ thấp nước ngầm đối với những điểm nằm ở dưới vị trí nước ngầm mới (khoảng cách đến mực nước ngầm cũ đối với những điểm nằm trên mực nước ngầm mới và bên dưới mực cũ

Độ lún xác định bằng phương pháp tổng các lớp theo công thức:

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \sigma_w^T h_i / E_i \quad (2.66)$$

Trong đó: β - hệ số không thứ nguyên, lấy bằng 0,8; σ_w^T - xem công thức (2.64); h_i , E_i - chiều dày và mô đun biến dạng của lớp đất thứ i ; n - số lớp trong phạm vi chiều dày chịu nén.

Chiều dày lớp đất chịu nén lấy trị số nhỏ hơn trong 2 giá trị sau:

- Bằng chiều sâu của mái lớp đất chứa nước có áp

- Bằng chiều sâu, tại đó ứng suất phụ thêm có hiệu gây ra bằng 20% ứng suất bản thân của đất.

- Đặt các giếng hồi nước, máng hồi nước ở khoảng giữa các giếng điểm hạ mực nước với các công trình trọng yếu, đồng thời với việc hạ mực nước ngầm thì bơm nước trở về chỗ đó, làm giảm bớt ở một phía của công trình mực nước bị giảm nhiều quá, từ đó không chế được lún mặt đất.

- Giảm mức độ hạ mực nước làm cho công trình có thể lún đều hơn. Cách làm cụ thể là: về phía gần công trình xây dựng thì tăng thêm khoảng cách giữa các giếng điểm hoặc điều chỉnh thu nhỏ cửa van của thiết bị hút nước... như vậy có thể giảm lượng hút nước, đạt mục tiêu giảm tốc độ hạ mực nước ngầm.

- Nâng cao chất lượng thi công hạ mực nước ngầm, không chế hàm lượng đất cát trong nước hút ra, đề phòng do nước rút mất đất cát mà tạo thành lỗ hổng làm lún nứt công trình xây dựng xung quanh. Cách làm cụ thể tức là đảm bảo độ dày và tính đồng đều của tầng cát lọc ở xung quanh các ống giếng điểm, đồng thời, căn cứ vào đường kính hạt để lựa chọn lưới lọc tại đoạn lọc của ống giếng điểm.

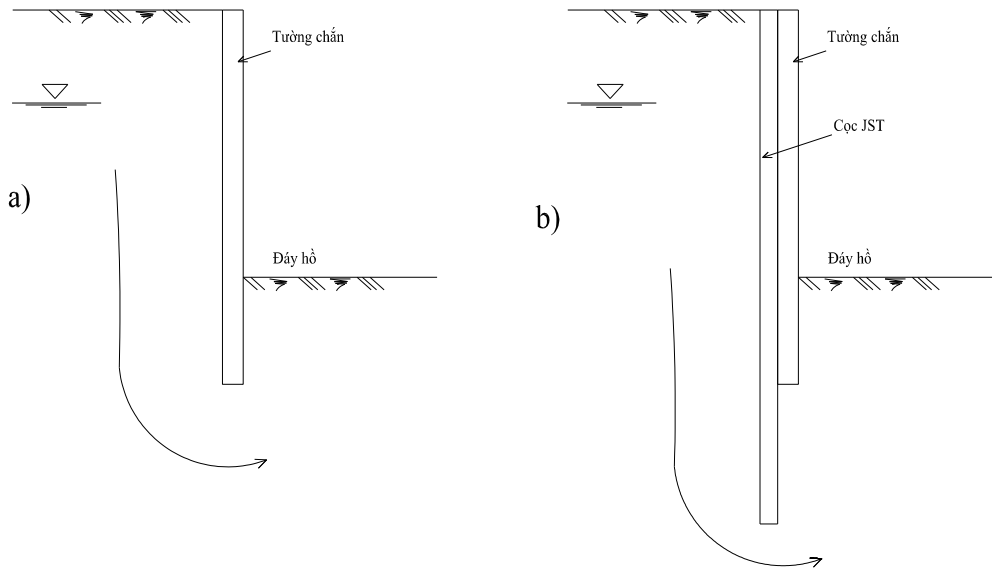
- Đặt điểm quan trắc để đo mực nước trong giếng và lún, chuyển vị, nghiêng lệch...Thực hiện định kì quan sát ghi chép, phân tích, kịp thời nắm vững mức độ hạ mực nước ngầm và động thái biến đổi của các công trình xây dựng lân cận. Đồng thời nắm vững lượng nước và hàm lượng cát bị rút ra, làm sao để có số liệu đã thu thập được sẽ giúp ta phát hiện vấn đề và có ngay biện pháp để phòng ngừa sự cố có thể xảy ra.

2.3.2 Làm chuyển vị đất ở xung quanh

- Ngoài ra tình trạng nước ngầm và sự biến đổi do công tác hạ mực nước cũng gây nên sự chuyển vị của đất ở xung quanh móng. Tác dụng của nước ngầm đối với độ lún cũng đa dạng và xảy ra ở các giai đoạn đào khác nhau. Tại nơi cọc cừ đóng vào lớp đất dính nhưng không đạt tới độ sâu của hố đào trạng thái thấm ổn định sẽ phát triển thành dòng bên dưới cọc cừ và làm đẩy nổi hố đào. Dòng thấm này là nguyên nhân làm giảm áp lực nước ngầm làm gia tăng ứng suất hữu hiệu và độ lún bên ngoài biên của hố đào. Cũng tại thời điểm này sức kháng bị động giảm do dòng đẩy nổi phía trong của cọc cừ, sự chuyển dịch lớn hơn xảy ra khi sức kháng bị động thay đổi đến một lượng nào đó. Sự hình thành trạng thái ổn định nước ngầm như vậy là nguyên nhân dẫn đến sự dịch chuyển của đất theo cả hai phương nằm ngang và thẳng đứng.

- Sự hạ nước ngầm lớn nhất ở gần hố đào và giảm dần theo sự tăng khoảng cách so với hố đào, vì vậy quá trình lún ở các điểm khác nhau sẽ có hình dáng tương tự như do dỡ tải các lớp đất ở phía trên hố đào gây ra. Khi dùng giải pháp hạ mực nước ngầm trong thi công tầng hầm ở điều kiện công trình xây chen trong thành phố như Hải Phòng nên chú ý để tránh sự chuyển vị của đất nền.

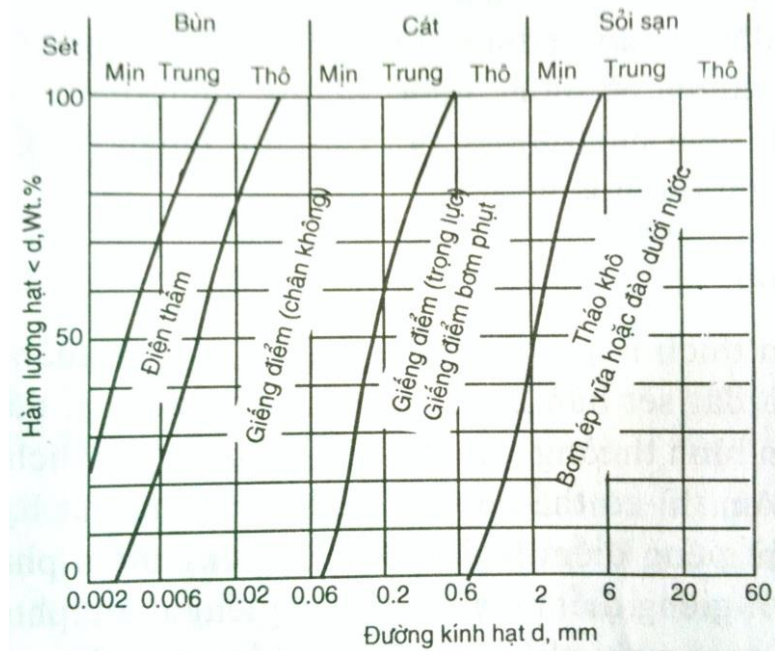
- Sử dụng các phương pháp như tường chắn, thi công bằng phương pháp topdown có thể làm giảm độ lún ở bên ngoài hố đào. Đối với đáy hố móng để phòng ngừa đáy hố móng bị đẩy trôi nhất là trong đất yếu có thể dùng công nghệ bơm ép vữa để gia cố toàn bộ gương đào hoặc chỉ phần đáy hố móng (hình 2.10) vừa có tác dụng gia cố thành hố đào vừa không chế được hoàn toàn nước ngầm tràn vào hố móng. Ngoài ra dùng cọc xi măng đất trộn sâu có tác dụng làm giảm hoặc ngăn ngừa sự mất ổn định ở đáy và thành hố do nước áp lực gây ra sự phun trào vào hố móng...



Hình 2.13 Dùng cọc bơm xi măng JST để ngăn ngừa phun trào

2.3.3 Phạm vi áp dụng cho các phương pháp hạ mực nước ngầm

Theo tài liệu của tác giả Nguyễn Bá Kế thì dựa vào thành phần hạt có thể trong các loại đất khác nhau thì có thể chọn dùng các phương pháp hạ mực nước ngầm thích hợp như trình bày ở hình 2.14



Hình 2.14 Phạm vi áp dụng hạ mực nước ngầm ở hiện trường

Những điều nêu trên đây có thể tóm tắt trình bày ở bảng 2.7.

Bảng 2.7 Phạm vi áp dụng các phương pháp hạ mực nước ngầm.

Loại phương pháp	Độ sâu hạ nước (m)	Hệ số thẩm thấu (m/ngày)	Loại tầng đất thích hợp	Đặc điểm của phương pháp	Ghi chú
Máng hở có hố thu nước		0,001-50	Các loại đất, các loại cát, bùn nhão	Thi công thuận tiện đơn giản, rẻ tiền, chỗ mực nước ngầm cao thì làm phương pháp bổ trợ; chỗ nước ngầm thấp thì độc lập sử dụng. Nhưng mặt thao tác thi công bị ướt át và bẩn, ảnh hưởng đến công việc.	Ứng dụng phổ biến nhất
Giếng điểm loại nhẹ 1 cấp	3-6	0,1-50	Đất sét bột, đất bột, các loại cát, đất cát	Thi công đơn giản, an toàn, rẻ tiền, ít ảnh hưởng đến công trình xây dựng ở xung quanh. Độ sâu hạ nước tương đối nhỏ.	Ứng dụng rất rộng rãi
Giếng điểm phun	8-20	0,1-50	Đất sét bột, đất bột, đất cát, các loại cát	Độ sâu hạ nước lớn, hệ thống khá phức tạp, sự cố khi vận hành hay xảy ra, tiêu phí năng lượng rất lớn.	

Giếng điểm điện thâm	Quyết định bởi các giếng điểm được lựa chọn khác	<0,1	Đất sét, đất sét bột, đất bùn, đất sét bùn	Sử dụng khi các phương pháp khác khó đạt hiệu quả, phải kết hợp sử dụng với các phương pháp khác nữa nên tương đối phiến toái.	
Giếng điểm ống	3-5	20-200	Cát trung, cát thô, đá sỏi, đá cuội	Thích dụng khi hạ nước ngầm trong tầng cát, lượng rút nước lớn, độ sâu hạ mực nước nhỏ.	
Giếng điểm sâu	>15	10-250		Lượng rút nước lớn, độ sâu hạ mực nước lớn, sử dụng khi các phương pháp khác khó đạt hiệu quả, có thể giảm thấp áp lực của nước có áp. Phạm vi và mức độ ảnh hưởng ra xung quanh lớn.	Ứng dụng rộng rãi

CHƯƠNG 3:

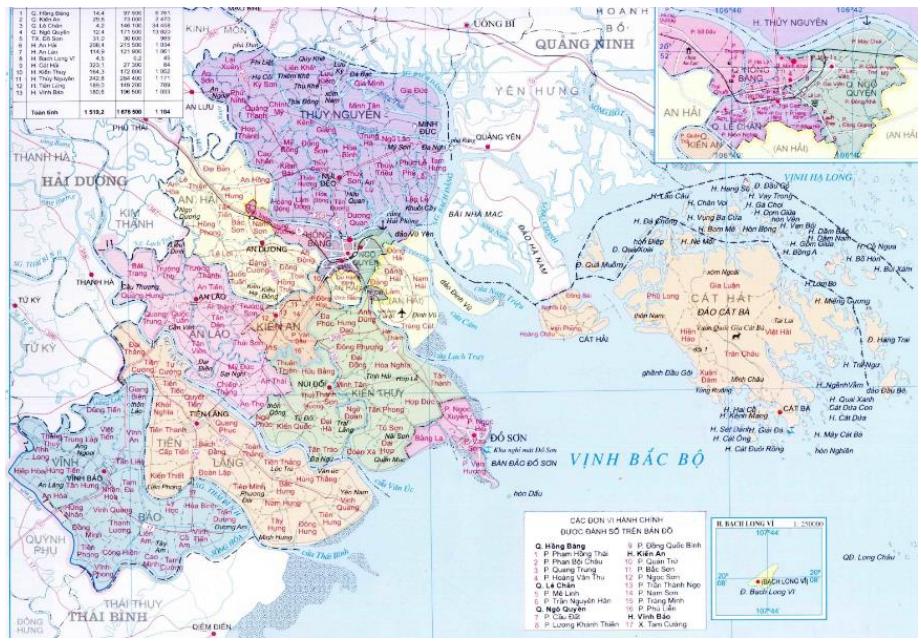
LỰA CHỌN PHƯƠNG PHÁP HẠ MỨC NƯỚC NGẦM KHI THI CÔNG HỐ ĐÀO SÂU KHU VỰC THÀNH PHỐ HẢI PHÒNG

3.1 Nghiên cứu điều kiện địa chất khu vực Hải Phòng.

3.1.1. Đặc điểm điều kiện vị trí địa lý và địa chất tự nhiên

a. Đặc điểm về vị trí địa lý, dân cư, kinh tế

Hải Phòng là một thành phố ven biển, phía bắc giáp tỉnh Quảng Ninh, phía tây giáp tỉnh Hải Dương, phía nam giáp tỉnh Thái Bình, phía đông giáp Vịnh Bắc Bộ thuộc biển Đông. Hải Phòng nằm ở vị trí thuận lợi giao lưu với các tỉnh trong nước và quốc tế thông qua hệ thống giao thông đường bộ, đường sắt, đường biển, đường sông và đường hàng không. Do có cảng biển, Hải Phòng giữ vai trò to lớn đối với xuất nhập khẩu của vùng bắc bộ. Tổng diện tích của thành phố Hải Phòng là 1503km² bao gồm cả huyện đảo. Dân số thành phố là trên 1837000 người, trong đó số dân thành thị là trên 847000 người và số dân ở nông thôn là trên 990000 người. Mật độ dân số 1027 người/km².



Hình 3.1: Bản đồ vị trí địa lý thành phố Hải Phòng

b. Địa hình



Hình 3.2: Bản đồ địa hình thành phố Hải Phòng

Địa hình thành phố Hải Phòng có tính phân bậc rất rõ rệt và có xu hướng thấp dần về phía nam, bao gồm 4 dạng địa hình chính: địa hình Karst, địa hình đồi núi thấp, địa hình đồi núi sót, địa hình đồng bằng và đảo ven biển.

- Địa hình Karst: tạo bởi các hang hốc đá vôi, diện tích khoảng 200km², phân bố chủ yếu ở bắc Thủy Nguyên và phần lớn trên đảo Cát Bà.

- Địa hình đồi núi thấp: phân bố ở bắc Thủy Nguyên, diện tích khoảng 80km². Các dãy núi thấp chạy dài gần theo hướng tây nam, độ cao thay đổi từ 10m đến 110m, được tạo thành bởi các đá lục nguyên xen cacbonat. Đá bị phong hóa mạnh, thảm thực vật đã bị phá hủy hoàn toàn, nhiều rãnh, mương xói mới đang phát triển.

- Địa hình đồi núi sót: nằm rải rác ở Kiến An, Thủy Nguyên, có độ cao tuyệt đối từ 15 đến 40m chạy dài theo hướng tây – đông, tây nam – đông bắc, được cấu thành từ các đá trầm tích lục nguyên, đá vôi. Đá cũng bị phong hóa mạnh, thảm thực vật bị phá hủy rất mạnh.

- Địa hình đồng bằng và đảo ven biển: chiếm diện tích khoảng 1100km², có độ cao từ 2 đến 10m ở phía tây bắc, bắc và thấp dần về phía nam, đông nam tới bờ biển.

c. Đặc điểm địa mạo

* Đặc điểm địa mạo và phân vùng địa mạo.

Khu vực nghiên cứu có đặc điểm địa chất, địa mạo phức tạp, phát triển ở rìa nam của phức nếp lồi Quảng Ninh và miền vũng Hà Nội, và có thể phân ra các đơn vị sau:

- Kiến trúc – hình thái dương Thủy Nguyên - Quảng Yên trùng với đới nâng Thủy Nguyên – Quảng Yên nằm ở rìa bắc Hải Phòng gồm các đồi lục nguyên và cacbonat cao trung bình 50 – 100m. Một diện tích đáng kể của nó

bị trầm tích Pleistocen và trầm tích đầm lầy Holocen phủ trên. Ở đây phổ biến các thềm biển và đồng bằng sông biển Pleistocen, Holocen được nâng cao.

- Kiến trúc – hình thái dương Cát Bà trùng với đới nâng Cát Bà phân bố ở phía đông bắc Hải Phòng, bao gồm các đồi núi cacbonat của quần đảo Cát Bà cao trung bình 50 – 200m, ở đây phổ biến các dạng địa hình xâm thực Karst với các thung lũng, giếng, phễu karst, hang động.

- Kiến trúc – hình thái dương Kiến An – Đồ Sơn phân bố trùng với đới nâng Kiến An - Đồ Sơn, rộng khoảng 15km², phần lớn diện tích của nó bị phủ bởi trầm tích Đệ Tứ, đá gốc chỉ lộ ra ở Đồ Sơn, Núi Đồi, Kiến An.

- Kiến trúc – hình thái âm Hải Phòng bao gồm hai loại địa hình:

+ Kiến trúc - hình thái âm phát triển trên đới nâng điều hòa trong kiến tạo hiện đại, phân bố thành dãy hẹp phía tây Cát Bà, nam Thủy Nguyên, đông bắc Kiến An - Đồ Sơn. Bề dày trầm tích Pleistocen ở tây nam Thủy Nguyên đạt 20 – 30m, bề dày Holocen từ 2 – 4m. Bề mặt địa hình cao phổ biến từ 0,8 – 1,2m.

+ Kiến trúc – hình thái âm trùng với đới sụt hạ trong kiến tạo hiện đại. Đới này được phân định rất rõ ràng trong vùng cửa sông Bạch Đằng, phía đông bắc bán đảo Đồ Sơn. Bề dày trầm tích đệ tứ từ 60 – 100 m. Bề mặt địa hình cao phổ biến từ 0,5 đến 1m, hệ lạch triều phát triển dày đặc.

- Kiến trúc – hình thái âm Kiến Thụy – Tiên Lãng trùng với đới sụt Hải Dương – Tiên Lãng. Trầm tích Kainozoi dày tới 1000 – 2000m. Bề mặt đồng bằng và các bãi ngập triều cao có độ cao 1 – 1,5m. Hệ lạch triều kém phát triển.

- Kiến trúc – hình thái âm Vĩnh Bảo trùng với đới trũng Đông Quan. Đây là đới sụt không đồng nhất, có bề dày trầm tích Kainozoi từ 4 – 6km. Đây là phần lãnh thổ của Hải Phòng thuộc đồng bằng châu thổ sông Hồng đã được bồi tụ lù sâu vào lục địa.

* Các dạng nguồn gốc địa hình.

Trên địa phận thành phố Hải Phòng phát triển hai nhóm địa hình chính: địa hình bóc mòn – rửa trôi và địa hình tích tụ:

- Nhóm địa hình bóc mòn – rửa trôi: chiếm khoảng 15% diện tích khu vực bao gồm bề mặt các sườn đồi, dãy đồi trâm tích lục nguyên và sườn đồi núi Karst, phân bố trùng với các kiến trúc – hình thái dương Cát bà, Thủy Nguyên – Quảng Yên, Kiến An – Đồ Sơn. Dựa vào cường độ nâng tầng kiến tạo và kiến tạo hiện đại, bản chất của các quá trình ngoại sinh nhóm địa hình bóc mòn – rửa trôi được chia ra các bề mặt cùng nguồn gốc sau:

+ Sườn các đồi, dãy đồi bóc mòn yếu, tuổi Pleistocen sớm (Q_1), trên đới nâng yếu tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại: đó là bề mặt của các đồi, dãy đồi có độ cao từ 50 – 200m, phân bố ở phía bắc Thủy Nguyên, Kiến An, Đồ Sơn trong phạm vi kiến trúc – hình thái dương Thủy Nguyên – Quảng Yên, Kiến An – Đồ Sơn. Bề mặt sườn được cấu tạo từ các trâm tích cát, bột và sét kết thuộc hệ tầng Xuân Sơn (S_2-D_1 xs), hệ tầng Dưỡng Động (D_{1-2} dd), hệ tầng Đồ Sơn (D_3-C_1 ds), hệ tầng Hà Cối (J_{1-2} hc). Các đồi có độ cao phổ biến từ 40 đến 100m. Bề mặt sườn bắt đầu hình thành vào đầu kỳ Đệ Tứ, khi vận động kiến tạo nâng bề mặt san bằng 100 - 150m.

+ Sườn các đồi rửa trôi, tuổi Pleistocen giữa (Q_n), trên đới điều hòa tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại: đây là bề mặt các sườn đồi thấp từ 20 đến 25m, phân bố rải rác ven rìa đồng bằng trong phạm vi kiến trúc – hình thái dương Kiến An – Đồ Sơn, Thủy Nguyên – Quảng Yên. Đỉnh của các đồi bằng phẳng, dạng vòm, đường chia nước mất hẳn, sườn dốc thoải $12 - 15^0$ và khá bằng phẳng. Các khe rãnh, mương xói phát triển trên sườn nhưng chỉ xuất hiện tạm thời trong thời gian ngắn khi có mưa rào. Bề mặt sườn được cấu tạo bởi các trâm tích cát bột sét và sét kết hệ tầng Xuân Sơn (S_2-D_1 xs), Dưỡng Động (D_{1-2} dd), Đồ Sơn (D_3-C_1 ds) và hệ tầng Hà Cối (J_{1-2} hc). Dưới chân các

sườn đồi tích tụ các trầm tích coluvi, coluvi – deluvi vì vậy trắc ngang các đới thường có dạng lõm. Bề mặt sườn được hình thành bắt đầu từ giữa kỳ Đệ Tứ.

+ Sườn và vách Karst bóc mòn, tuổi Pleistocen muộn (N_2), trên đới nâng tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại: phân bố ở quần đảo Cát Bà, Long Châu, một ít đồi núi đá vôi ở phía bắc Thủy Nguyên và núi Voi trong phạm vi kiến trúc – hình thái dương Cát Bà, Kiến An – Đồ Sơn, Thủy Nguyên – Quảng Yên. Hình thái nổi bật của các đỉnh và sườn núi đá vôi ở đây là đỉnh sắc nhọn, sườn dạng răng cưa, dốc đứng, hiểm trở. Các carur phát triển mạnh cả trên đỉnh và sườn dốc. Các sườn núi đá vôi thường rất dốc, góc dốc sườn hơn 50° chiếm hơn 89% diện tích. Sườn của các đồi núi đá vôi được cấu tạo bởi các trầm tích đá vôi hệ tầng Phố Hàn (D_3-C_1 ph), hệ tầng Cát Bà (D_3-C_1 cb), hệ tầng Quang Hanh (C_3-P_1 qh). Các dạng hình thái dương, âm phân bố dày đặc. Các dạng âm lớn nhất là các thung lũng giữa núi, nguồn gốc kiến tạo xâm thực hướng tây bắc – đông nam. Các dạng hình thái âm nhỏ hơn là các rãnh nguồn gốc xâm thực – hòa tan đá vôi hoặc các phễu Karst. Quá trình xâm thực và hòa tan rửa lũa của nước mưa đồng thời diễn ra tạo ra các dạng địa hình sắc nhọn hiểm trở. Tuổi của các sườn được tạo từ cuối kỷ nguyên Neogen. Quá trình xâm thực hòa tan rửa lũa vẫn còn phát triển mạnh.

+ Bề mặt san bằng Pleistocen sớm (Q_1), trên đới nâng tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại: Bề mặt đỉnh đồi ở đây cao từ 50 đến 100m. Theo các kết quả nghiên cứu địa mạo trong các công trình đo vẽ bản đồ địa chất vùng rìa đồng bằng Hà Nội tồn tại một bề mặt san bằng dạng nghiêng thoải chuyển tiếp từ núi đông bắc đồng bằng Hà Nội và ven biển có độ cao từ 25 đến 150m. Trên cơ sở kết luận này và phân tích đặc điểm địa hình ở trên có thể xếp các mảng bề mặt các đỉnh đồi có độ cao 100 đến 150m là một bề mặt san bằng. Có lẽ bề mặt san bằng này được hình thành từ đầu Pleistocen sớm trong sự nâng lên xảy ra bao trùm vùng núi đông bắc.

- Nhóm địa hình tích tụ: chiếm khoảng 85% diện tích khu vực, bao gồm các bề mặt cùng nguồn gốc, phân bố chủ yếu trong các kiến trúc – hình thái âm Hải Phòng, Kiến Thụy – Tiên Lãng. Dựa vào đặc điểm tuổi hình thành bề mặt, diện phân bố và những kết quả nghiên cứu địa tầng trầm tích Đệ Tứ đã chia ra các bề mặt tích tụ sau:

+ Đồng bằng tích tụ sông – biển Pleistocen muộn (Q_m), phát triển trên đới nâng điều hòa tân kiến tạo: đây là bề mặt chỉ được lộ ra thành từng dải hẹp trong các thung lũng Trung Giang, Gia Luận, Tai Lai, Việt Hải với chiều rộng từ 100 đến 600m, cực đại tới 1km. Bề mặt có độ cao từ 8 đến 12m và được cấu tạo bởi các trầm tích cát bột, sét màu vàng thuộc hệ tầng Vĩnh Phúc. Quá trình phong hóa xảy ra mạnh đã tạo ra lớp sét đỏ, trắng, vàng loang lổ rất đặc trưng. Ở bắc Thủy Nguyên bề mặt thể hiện bằng những gò đồng rộng từ vài chục đến vài trăm m^2 lộ ra trên bề mặt đồng bằng Holocen giữa. Ở phía tây bắc Hải Phòng, bề mặt bị phủ một lớp mỏng các trầm tích sông biển Holocen, bề mặt nằm sâu 12-13m dưới các lớp trầm tích Holocen.

+ Đồng bằng tích tụ sông – biển Holocen giữa (Q_{IV}^2), phát triển trên đới nâng điều hòa: đây là bề mặt có độ cao phổ biến 2 đến 4m, phân bố thành các mảng lớn xung quanh các đới nâng và trên đới nâng điều hòa. Thành phần vật chất cấu tạo nên bề mặt là các trầm tích sét, bột, cát lẫn tàn tích thực vật của hệ tầng Hải Hưng. Trên bề mặt quá trình rửa trôi phát triển yếu và phủ một lớp mỏng sét loang lổ do phong hóa nhẹ. Sau khi tích tụ, chính các chuyển động kiến tạo hiện đại đã nâng cao và hình thành bề mặt đồng bằng này.

+ Đồng bằng tích tụ sông – biển, đầm lầy – biển tuổi Holocen muộn (Q_{IV}^3), bề mặt không được bồi lắng hàng năm, trên đới nâng điều hòa và sụt tân kiến tạo: đây là bề mặt tích tụ có nguồn gốc hỗn hợp sông - biển – đầm lầy khá rộng và thoải. Độ cao bề mặt trung bình từ 0,8 đến 1,5m có thể bị

ngập nước khi thủy triều lên cao. Cấu tạo bề mặt này là bột sét và tàn tích thực vật thuộc hệ tầng Thái Bình. Bề dày bề mặt từ 1m đến 1,5m trong đới nâng tương đối mạnh tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại; dày trung bình 1,5m trong đới nâng điều hòa tân kiến tạo; dày trung bình 2m trong đới nâng võng hạ tương đối; dày trung bình 3m trong đới nâng võng hạ mạnh.

+ Bãi triều cao có hình dạng không ổn định, bề mặt được bồi lắng hàng năm: bao gồm các bãi bồi phân bố dọc hai bên lòng sông lớn, khi ra tới bờ biển, chịu tác động của dòng triều tạo nên các bãi triều cửa sông rộng lớn. Trầm tích hiện đại nguồn gốc sông – triều – đầm lầy bao gồm sét bột màu xám nâu. Hàng ngày do sự dao động của nước thủy triều, hầu hết bề mặt bị làm ngập và phơi cạn một lần. Do được bồi tụ thường xuyên nên nhiều nơi bề mặt có độ cao trung bình lớn hơn độ cao bề mặt đồng bằng trong đê. Dựa vào cấu trúc kiến tạo bãi triều cao ngoài đê được chia ra bãi triều cao phát triển trên đới nâng và bãi triều cao phát triển trong đới hạ. Bãi triều cao phát triển trong đới nâng là các bãi triều phát triển ven rìa đồng bằng, sát chân các đồi núi phía bắc Thủy Nguyên trong kiến trúc – hình thái dương Thủy Nguyên - Quảng Yên. Bề dày trầm tích khoảng 1 đến 1,5m. Cấu trúc bãi tính đến mực nước từ trên xuống dưới: trầm tích RNM xám nâu, trầm tích RNM xám xanh, lớp RNM xám nâu, bột sét lót đáy loang lổ. Lớp 1 thuộc hệ tầng Thái Bình (Q^3_{IV}), lớp 2 và 3 thuộc hệ tầng Hải Hưng (Q^{1-2}_{IV}), lớp 4 thuộc hệ tầng Vĩnh Phúc. Bãi triều cao trong đới hạ là các bãi triều phát triển rộng khắp, ở cửa sông Bạch Đằng bề dày trầm tích có thể đạt 2 đến 3m. Đại tầng trầm tích bãi có ba lớp với cấu trúc từ trên xuống dưới thuộc hệ tầng Thái Bình: trầm tích RNM xám nâu bề mặt, trầm tích RNM xám xanh, trầm tích bãi triều thấp. Ở ven rìa tây nam Đồ Sơn, cấu trúc bãi chỉ gồm hai lớp: lớp bùn bột sét nâu và cát bột xám nâu.

+ Bãi triều thấp có hình dạng không ổn định được bồi hàng năm: phân bố dọc hai bên các cửa sông lớn như Bạch Đằng, Lạch Tray, Văn Úc, Thái Bình và kéo dài ra biển tới 5 đến 7m. Dựa trên cơ sở tốc độ lắng đọng phát triển bãi và cấu trúc trầm tích chia ra bãi triều thấp phát triển trên đới hạ thiếu hụt bồi tích và bãi triều thấp phát triển trên đới sụt hạ có đên bù bồi tích. Bãi triều thấp phát triển trên đới hạ thiếu hụt bồi tích là các bãi triều thấp phân bố ở khu vực cửa sông Bạch Đằng, phía bắc bán đảo Đồ Sơn trong kiến trúc – hình thái âm, sụt hạ kiến tạo hiện đại khá mạnh. Do nguồn cung cấp bồi tích của các sông nhỏ, tốc độ sụt hạ lớn hơn tốc độ lắng đọng trầm tích đã dẫn bờ đông bắc Hải Phòng vào tình trạng tích tụ không đên bù. Quá trình xói lở bãi triều cao, tích tụ bãi triều thấp diễn ra mạnh mẽ tạo ra kiểu bãi triều mài mòn – tích tụ. Bãi triều thấp phát triển trên đới sụt hạ có đên bù bồi tích là các bãi triều thấp phân bố ở phía tây nam Đồ Sơn trong đới kiến trúc – hình thái hạ Kiến Thụy – Tiên Lãng. Nguồn gốc bồi tích từ các sông Văn Úc, Thái Bình khá lớn nên tốc độ bồi lắng trầm tích lớn hơn tốc độ hạ sụt kiến tạo. Các bãi triều thấp được mở rộng lấn biển. Cấu trúc bãi triều thấp ở đây chỉ gồm một lớp đó là trầm tích có màu nâu, nâu xám.

+ Đồng bằng tích tụ - mài mòn sườn bờ ngầm trên đới nâng điều hòa và sụt tân kiến tạo: đây là bề mặt luôn bị ngập nước, có ranh giới dưới độ sâu 6 đến 10m, ranh giới trên chuyển tiếp dần từ bãi triều thấp xuống, trong phạm vi của đới sông phá hủy. Bề mặt nghiêng thoải ra biển và được cấu tạo từ bùn bột, sét màu xám nâu ở đới bờ thấp, thoải phía tây nam Lạch Huyện; bùn sét màu xám, xám tro ở đới bờ dốc hẹp phía đông bắc Lạch Huyện.

+ Địa hình các thềm tích tụ, đê cát biển bao gồm:

Thềm tích tụ biển bậc III, Pleistocen muộn (Q_m), trên đới nâng tân kiến tạo, xâm thực yếu: bậc thềm tích tụ 10 – 15m, tuổi Pleostocen muộn ở ven bờ

biển Hải Phòng, được thành tạo dưới dạng đê cát, cuội sỏi nổi đảo ở Đồ Sơn và Ao Cối - Cát Bà.

Thêm tích tụ đê cát biển bậc II, Holocen giữa (Q^2_{IV}), trên đới nâng và đới điều hòa tân kiến tạo, rửa trôi: thêm có độ cao trung bình 4 – 6m, phân bố hạn chế sát chân đồi ở Cát Bà, Đồ Sơn, Thủy Nguyên. Thêm được cấu tạo bởi cát, cuội, sỏi màu xám vàng chứa vỏ thân mềm biển. Thêm được thành tạo khi biển mở rộng cực đại vào Holocen giữa.

Thêm tích tụ và đê cát biển bậc I, Holocen muộn (Q^3_{IV}), trên đới nâng và đới nâng điều hòa tân kiến tạo, rửa trôi yếu: thêm có độ cao trung bình từ 3 đến 3,5m, được cấu tạo bởi cát nhỏ, sạn, cuội mài tròn, chọn lọc tốt chứa thân mềm biển. Có thể gặp ở nhiều nơi như Đồ Sơn, Cát Bà, Bạch Long Vĩ.

Tích tụ đê cát và bãi biển hiện tại: hệ đê cát trẻ dạng thành tạo cao 3 đến 3,5m ở ven bờ Đượng Gianh, Cát Hải, Đình Vũ, Vinh Quang. Chúng cấu tạo bởi các hạt nhỏ màu xám nhạt, vàng nhạt có nhiều vỏ sò, ốc biển, độ mài tròn, chọn lọc tốt.

+ Các vách ven bờ biển, thêm mài mòn, thêm san hô bao gồm:

Vách xâm thực do dòng triều và sông: phía sâu trong lục địa, động lực dòng sông, kết hợp với dòng triều, nhất là dòng triều xuống tạo ra dòng chảy có tốc độ lớn. Các dòng chảy này đã gây ra xói lở bờ, tạo ra các vách xâm thực dốc đứng, chiều cao một vài mét, dài hơn trăm mét xen kẽ giữa các đoạn bờ tích tụ.

Vách xâm thực mài mòn: được hình thành do hoạt động phá hủy của sóng vỗ bờ, tạo ra các dốc vách đứng. Phụ thuộc vào quá trình bào mòn biển, thành phần, tính chất hóa lý của đá gốc, thể nằm của đá, hướng đường bờ mà các vách xâm thực có hình thái khác nhau.

+ Thềm mái mòn: được hình thành ngay dưới chân vách dốc, do sự giạt lùì của vách dưới tác động của sóng biển. Phân bố chủ yếu ở Đượng Giang, Cát Hải, Đình Vũ.

+ Thềm san hô: có diện tích khoảng 250 ha, phân bố chủ yếu ở đông nam Cát Bà và đảo Đầu Bê. Bề mặt có cao độ từ vài chục đến vài trăm mét, nghiêng thoải từ vách núi ra biển. Chúng được cấu tạo bởi các tảng, cuội, sạn, cát, vỏ sinh vật.

3.1.2. Các thành tạo địa chất trong cấu trúc nền đất và đặc tính địa chất công trình của chúng

Theo trật tự từ trên xuống dưới, từ trẻ đến già, cấu trúc nền đất khu vực thành phố Hải Phòng được mô tả dưới đây:

a. Trầm tích nhân tạo (đất đắp, đất lấp): dày 0,5 – 2m gồm cát, sét pha, sét lẫn các phế liệu xây dựng và sinh hoạt. Vì thành phần hỗn tạp, độ chặt rất không đồng đều nên thường phải bóc bỏ hoặc được tiến hành xử lý trước khi xây dựng.

b. Trầm tích sông gồm các phức hệ thạch học:

- Cát pha, sét pha màu nâu thuộc hệ tầng Thái Bình trên tuổi Holocen muộn (aQ_{IV}^3 tb₂), phân bố chủ yếu dọc theo sông Văn Úc, sông Thái Bình, sông Hóa, sông Mối. Phần trên mặt, đất ở trạng thái chảy thuộc loại bùn sét pha, bùn sét. Đất có hệ số rỗng khoảng $e_0 = 1,023 - 1,43$; hệ số nén lún $a_{1-2} = 0,026 - 0,078$ cm²/kG; sức chịu tải qui ước $R_0 = 0,5 - 0,7$ kG/cm².

- Cuội, sạn, sỏi, cát hạt thô thuộc phụ hệ tầng dưới hệ tầng Hà Nội tuổi Pleistocen giữa – đầu Pleistocen muộn (aQ_{II-III}^1 hn). Các trầm tích thuộc tầng này không lộ gần trên mặt, chỉ gặp ở những lỗ khoan sâu địa chất, địa chất thủy văn.

c. Trầm tích sông biển gồm các hệ thạch học

- Sét pha, cát pha màu xám thuộc hệ tầng Thái Bình trên tuổi Holocen muộn ($mQ_{IV}^3 tb_2$), phân bố hẹp ở ven sông Văn Úc, Thái Bình, Cửa Cấm, dày trên 3,5m.

- Sét pha, cát pha màu xám nâu thuộc hệ tầng Thái Bình dưới tuổi Holocen muộn ($amQ_{IV}^3 tb_1$), phân bố rộng khắp trên diện tích các huyện Thủy Nguyên, An Hải, Tiên Lãng, Vĩnh Bảo, nội thành Hải Phòng, bề dày lên đến 17m. Tùy thuộc vào địa hình cao hoặc thấp mà chúng ở trạng thái từ dẻo cứng đến chảy, chuyển thành bùn sét, bùn sét pha, thuộc loại đất yếu. Hệ số rỗng khoảng $e_0 = 1,13 - 1,4$; hệ số nén lún $a_{1-2} = 0,063 - 0,091 \text{ cm}^2/\text{kG}$; sức chịu tải qui ước $R_0 = 0,4 - 0,5 \text{ kG/cm}^2$.

- Sét pha, sét màu xám, xám vàng loang lổ, vàng đỏ thuộc hệ tầng Vĩnh Phúc trên, tuổi Pleistocen muộn ($maQ_{III}^2 vp_2$), không chỉ bắt gặp ở hầu hết các lỗ khoan mà còn lộ ra trên mặt ở ven rìa các đồi núi thấp ở vùng bắc Thủy Nguyên ..., dày 3 - 5m. Bề mặt phong hóa là ranh giới giữa các phức hệ thạch học tuổi Pleistocen muộn và Holocen. Đôi khi trong điều kiện độ ẩm cao các trầm tích này chuyển sang bùn sét pha hoặc cát pha. Hệ số rỗng từ $e_0 = 0,687 - 1,336$; hệ số nén lún $a_{1-2} = 0,008 - 0,067 \text{ cm}^2/\text{kG}$; sức chịu tải $R_0 = 0,6 - 1,9 \text{ kG/cm}^2$.

- Cát lẫn sỏi, sạn bụi sét ít tàn tích thực vật, xám vàng thuộc phụ hệ tầng Vĩnh Phúc trên, tuổi Pleistocen muộn ($amQ_{III}^2 vp_1$), chiều dày mỏng 4 - 6m, nằm sâu và phủ trực tiếp lên trầm tích của hệ tầng Hà Nội ($amQ_{II-III}^1 hn$).

d. Trầm tích đầm lầy ven biển, sông biển đầm lầy gồm các phức hệ thực vật

- Bùn sét, bùn sét pha chứa mùn xám đen, xám tro thuộc hệ tầng Thái Bình trên, tuổi Holocen muộn ($abQ_{IV}^3 tb_2$), chiếm diện tích nhỏ ven theo các sông nhỏ, thường thấp và bị ngập nước, dày 1 - 3m.

- Bùn sét, bùn cát pha màu xám nâu, xám đen chứa mùn thực vật thuộc hệ tầng Thái Bình trên, tuổi Holocen muộn ($ambQ_{IV}^3$ tb₂), phân bố ở cửa sông Lạch Tray, Văn Úc, ..., dày 12,8m. Hệ số rỗng khoảng $e_0 = 1,19 - 1,53$; hệ số nén lún $a_{1-2} = 0,057 - 0,08$ cm²/kG; sức chịu tải qui ước $R_0 = 0,5 - 0,6$ kG/cm².

- Bùn các loại, than bùn xám đen thuộc hệ tầng Hải Hưng dưới tuổi Holocen sớm – giữa (mbQ_{IV}^{1-2} hh₁), không lộ ra trên mặt, chỉ gặp trong lỗ khoan ở vùng nội thành và các nơi khác, chiều dày 3,5 – 23m. Hệ số rỗng khoảng $e_0 = 1,162 - 2,66$; hệ số nén lún $a_{1-2} = 0,09 - 1,115$ cm²/kG; sức chịu tải qui ước $R_0 = 0,4 - 0,5$ kG/cm².

e. Trầm tích biển gồm các phức hệ thạch học

- Cát, cát pha màu xám thuộc hệ tầng Thái Bình trên tuổi Holocen muộn (mQ_{IV}^3 tb₂), phân bố thành dải hẹp từ Đồ Sơn đến cửa sông Văn Úc, ven đảo Cát Bà, cửa sông Thái Bình, dày 5m. Kết quả phân tích tính chất cơ lý của 14 mẫu thuộc loại sét pha (chỉ số dẻo 6,12), dẻo mềm (độ sệt $B=0,65$) và hầu hết là thành phần hạt cát, bụi (cát chiếm 50,4%, bụi 47,6%). Hệ số rỗng $e_0 = 0,71$; hệ số nén lún $a_{1-2} = 0,016$ cm²/kG; sức chịu tải qui ước $R_0 = 2,2$ kG/cm².

- Cát, cát pha màu vàng, vàng nâu, xám nâu hạt nhỏ đến vừa lẫn vỏ sò ốc biển, thuộc hệ phụ tầng Thái Bình dưới, tuổi Holocen muộn (mQ_{IV}^3 tb₁), phân bố thành dải hẹp song song với bờ biển hiện tại. Chiều dày mỏng (khoảng 2,6m) nên không có mẫu thí nghiệm tính chất cơ lý của chúng.

- Sét, sét pha, cát pha thuộc hệ tầng Hải Hưng trên tuổi Holocen sớm – giữa (mQ_{IV}^{1-2} hh₂), lộ ra trên diện tích khá rộng vùng An Hải, bắc Thủy Nguyên, ven rìa dãy núi Phủ Liễn, Núi Voi ... và ở nhiều lỗ khoan, chiều dày thay đổi từ 1 – 16,6m (trung bình 2 – 5m). Sét, sét pha trong hệ thạch học này được sử dụng làm gạch ngói chất lượng khá tốt. Hệ số rỗng khoảng $e_0 =$

0,859 – 0,95; hệ số nén lún $a_{1-2} = 0,017 – 0,073 \text{ cm}^2/\text{kG}$; sức chịu tải qui ước $R_0 = 1,6 – 2 \text{ kG/cm}^2$.

f. Tàn tích Đệ tứ:

Gồm kiểu thạch học sét pha, sét chứa dăm sạn, phân bố ở các gò đồi và núi thấp vùng Đồ Sơn, Kiến An, bắc Thủy Nguyên, chiều dày thường 2 – 5m, trong đó dưới lớp thổ nhưỡng (0,3 – 0,5m) là đới sét loang lổ xám vàng, nâu đỏ trên đá gốc lục nguyên có tuổi khác nhau, chiều dày trung bình 1m trạng thái nửa cứng đến cứng.

g. Trầm tích lục nguyên gồm các phức hệ thạch học:

- Cát kết, cuội kết, bột kết màu xám, trạng thái mềm, hệ tầng Vĩnh Bảo tuổi Neogen (N_2vb), chỉ gặp ở những lỗ khoan sâu.

- Sạn kết, cuội và cát kết, bột kết màu xám, xám tím loang lổ thuộc hệ tầng Hà Cối, tuổi Jura dưới (J_{1-2hc}), lộ ra ở Núi Đèo, dải đồi thấp Thanh Lang, đồi sót gần Phà Rừng.

- Cát kết quartzite, sạn kết xen bột kết màu xám, xám trắng thuộc hệ tầng Đồ Sơn, lộ ra ở Đồ Sơn. Cát kết, bột kết thuộc tầng Xuân Sơn, Núi Voi Cát kết quartzite, bột kết, sét kết thuộc hệ tầng Dương Động, phân bố chủ yếu ở bắc Thủy Nguyên, đồi Phương Hoàng.

h. Trầm tích Carbon gồm các hệ thạch học:

- Đá vôi màu xám dạng khối thuộc hệ tầng Quang Hanh tuổi Carbon muộn – Permian lộ ra ở đảo Cát Bà, Đá Cứng.

- Đá vôi màu đen, xám đen thuộc hệ tầng Cát Bà, tuổi Carbon sớm (C_1cb), phân bố ở bắc Thủy Nguyên và núi Con Voi (An Lão). Đá có độ kháng nén cao, khoảng 1046 kG/cm^2 .

- Đá vôi silic, đá vôi màu đen thuộc hệ tầng Phố Hàn, tuổi Devon muộn – Carbon sớm (D_3-C_1ph), lộ ra ở đảo Cát Bà.

- Đá vôi xám đen phân lớp mỏng đến vừa xen ít lớp cát vôi thuộc hệ tầng Lỗ Sơn, tuổi Devon giữa (D₂gls), phân bố ở bắc Thủy Nguyên với vùng mở lớn ở Trang Kênh.

3.1.3. Điều kiện địa chất thủy văn

Ở Hải Phòng theo môi trường tồn tại, nước dưới đất thường được chứa trong các tầng chứa nước lỗ hổng, tầng chứa nước khe nứt, khe nứt karst, khe nứt vữa.

a. Các tầng chứa nước lỗ hổng:

- Tầng chứa nước Holocen (qh₂): các trầm tích này phân bố ở hầu hết vùng nghiên cứu, nhưng tập trung chủ yếu trên các đồng ruộng, ven bờ biển, ven các cửa sông. Bề dày thay đổi từ vài ba mét đến hàng chục mét. Thành phần đất đá chủ yếu là cát, cát sét và sét cát. Độ chứa nước phần lớn là nghèo, tỷ lưu lượng đa phần < 0,2l/sm nên không có ý nghĩa cung cấp nước. Loại hình hóa học chủ yếu là clorua – bicarbonate, hàm lượng sắt cao. Mực nước phụ thuộc theo mùa và thủy triều. Nguồn cung cấp chủ yếu là nước mưa và nước mặt.

- Tầng chứa nước Holocen (qh₁): tầng chứa nước này chỉ được phát hiện được là nhờ các công trình khai đào và khoan. Diện phân bố khá rộng rãi trong khu vực. Tầng chứa nước thay đổi từ vài mét đến vài chục mét. Đất chủ yếu là cát, cát sét màu xám xanh, xám trắng lẫn mùn thực vật. Độ giàu nước thuộc loại trung bình đến nghèo. Chất lượng nước đa phần bị nhiễm mặn, tổng độ khoáng hóa thay đổi từ 1,2g/l đến 7,3g/l; hàm lượng sắt khá cao từ 7 – 25,4mg/l. Loại hình hóa học của nước chủ yếu là clorua natri. Động thái của nước phụ thuộc vào thủy triều và mùa. Nguồn cung cấp là nước mặt và nước mưa.

- Tầng chứa nước Pleistocen (qp): Có mặt trên hầu hết diện tích đồng bằng khu vực nghiên cứu. Chiều dày tầng nước thay đổi từ 5 – 50m, trung

bình là 35m. Thành phần đất đá chủ yếu là cuội sỏi lẫn cát và dăm sạn. Độ giàu nước của trầm tích này tùy thuộc từng khu vực thay đổi từ 0,16 – 6,081l/sm.

Chất lượng nước có đặc điểm sau:

+ Khu vực phía bắc sông Cấm nước từ lợ chuyển sang mặn, với tổng độ khoáng hóa $M=3,08 - 9,07\text{g/l}$, càng về phía giáp Núi Đèo càng mặn.

+ Khu vực trung tâm (nam sông Cấm – bắc sông Văn Úc): ngoài hai khu vực Kiến An – An Hải đến Hải Phòng – Kiến Thụy – Đồ Sơn nước dưới đất có chất lượng tốt. Nước từ siêu nhạt đến nhạt. Tổng độ khoáng hóa M hầu hết $1,0\text{g/l}$, thường gặp $M=0,2 - 0,6\text{g/l}$, hàm lượng sắt từ $1 - 5\text{mg/l}$, trung bình 3mg/l , độ pH thường gặp $7 - 7,21\text{mg/l}$. Còn lại các nơi khác đều bị mặn với tổng độ khoáng hóa $M=1,2 - 8\text{g/l}$.

Động thái nước thay đổi theo mùa, biên độ dao động từ $0,5 - 3\text{m}$. Nguồn cung cấp chủ yếu là nước mưa, miền thoát nước địa phương qua các sông lớn trong vùng.

b. Các tầng chứa nước khe nứt – khe nứt Karst:

+ Tầng chứa nước khe nứt Pliocen (m_4): phân bố từ dãy núi Kiến An và nam dãy núi Kiến Thụy về phía Thái Bình. Chiều dày chứa nước thay đổi từ vài chục mét đến hàng trăm mét. Tỷ lưu lượng $q = 0,971 - 2,861\text{l/sm}$. Đây là tầng chứa nước thuộc loại giàu nước. Chất lượng nước đều bị mặn $M=1,61 - 4,91\text{g/l}$. Nước có kiểu clorua – natri – kali. Động thái nước biến đổi theo mùa, đây là tầng chứa nước áp lực, mực nước đều cao hơn mặt đất $0,3 - 0,4\text{m}$.

+ Tầng chứa nước khe nứt – khe nứt Karst (pl): lộ ra ở bắc Thủy Nguyên, Kiến An, Đồ Sơn, đảo Cát Bà, còn lại bị các trầm tích trẻ hơn phủ kín. Chiều dày tầng chứa nước thay đổi từ vài chục đến hàng trăm mét. Thành phần đất đá chủ yếu là đá vôi và đá vôi silic xen kẹp các lớp sét vôi. Độ giàu nước của trầm tích này không đều. Đặc tính chứa nước biến đổi từ giàu đến

nghèo theo từng khu vực khác nhau. Chất lượng nước cũng thay đổi theo vùng: ở dãy núi Mi Sơn $M = 0,78\text{g/l}$; ở khu Tràng Kênh $M = 7,65\text{g/l}$; khu vực Kiến An $M < 1\text{g/l}$. Nước thuộc loại bicarbonate – clorua – canxi hoặc clorua – bicarbonate – magie. Động thái của nước cũng thay đổi theo mùa. Nguồn cung cấp chủ yếu là nước mưa và các tầng chứa nước nằm trên.

+ Tầng chứa nước khe nứt – khe vĩa (pl – ms): phân bố ở Núi Đèo, Thủy Nguyên, Kiến An, Đồ Sơn. Chiều dày tầng chứa nước thay đổi từ vài chục đến hàng trăm mét. Đất chủ yếu là cát kết dạng quartzite, sạn kết, cuội kết, xen kẹp các lớp sét kết. Độ chứa nước của tầng này thay đổi từ giàu đến nghèo $q = 0,02 - 1,8\text{l/sm}$. Chất lượng nước khá tốt, đa phần $M < 1\text{g/l}$. Nước thường có kiểu bicarbonate – clorua – canxi – natri – kali. Động thái nước thay đổi theo mùa, nguồn cung cấp chủ yếu là nước mưa và nước của các tầng chứa nước nằm trên.

c. Các thành tạo cách nước:

- Các trầm tích cách nước thuộc tầng Thái Bình (Q^3_{IV}) và Hải Hưng (Q^{1-2}_{IV} hh₂): các trầm tích này lộ trên diện tích khá rộng ở An Hải, bắc Thủy Nguyên, ven rìa dãy núi An Lão – Kiến An, một phần ở Tiên Lãng, Chùa Vẽ, phần còn lại bị các trầm tích khác phủ kín. Thành phần chủ yếu là sét, sét bột, bột sét, sét cát lẫn mùn thực vật. Chiều dày thay đổi từ vài mét đến vài chục mét, khả năng chứa nước kém, chủ yếu là cách nước.

- Trầm tích cách nước Pleistocen trên (Q^2_{III} vp₂): phân bố hầu hết vùng nghiên cứu, chúng chỉ lộ ra ở rìa các dãy núi thấp khu bắc Thủy Nguyên, thung lũng Gia Luận đảo Cát Bà, còn lại bị các trầm tích trẻ phủ kín. Thành phần đất đá chủ yếu là sét, sét bột, sét pha cát, màu xám vàng, xám trắng loang lổ. Chiều dày thay đổi từ 0,5 – 20,2m. Khả năng chứa nước rất kém có thể nói là cách nước.

d. Chiều sâu mực nước và đặc tính ăn mòn của nước dưới đất:

- Chiều sâu mực nước: phần diện tích vùng nội thành và phụ cận thuộc nhóm địa hình tích tụ có chiều sâu mực nước dưới đất nằm trong khoảng 0 – 2m. Vùng thuộc nhóm địa hình bóc mòn rửa trôi gồm sườn các đồi thấp ở Đồ Sơn, Thủy Nguyên, Kiến An, chiều sâu mực nước trung bình khoảng 2 – 5m. Tại các đồi cao 50 – 200m phân bố ở bắc Thủy Nguyên, Kiến An, Đồ Sơn, chiều sâu mực nước dưới đất lớn hơn 5m.

- Đặc tính ăn mòn của nước dưới đất được đánh giá theo 4 loại chính sau:

- + Ăn mòn axit khi $\text{pH} < 5$.
- + Ăn mòn carbonic: CO_2 xâm thực $> 3\text{mg/l}$.
- + Ăn mòn rửa lữa: $\text{HCO}_3 < 2\text{mgđl/l}$.
- + Ăn mòn sulfat: $\text{SO}_4^{2-} > 250\text{mg/l}$.

Qua kết quả phân tích mẫu nước của Liên đoàn địa chất II thực hiện tại tầng chứa nước lỗ hổng tuổi Holocen cho thấy: hầu hết các mẫu nước không có tính ăn mòn axit, nhưng vẫn có khả năng ăn mòn carbonic, rửa lữa, sulfat. Vì vậy, trong quá trình thi công và thiết kế xử lý nền móng công trình xây dựng bằng vật liệu bê tông cốt thép cần xác định tính ăn mòn của chúng tại từng địa điểm cụ thể.

3.1.4. Phân vùng địa chất công trình khu vực thành phố Hải Phòng

Phân vùng địa chất công trình là sự phân chia lãnh thổ điều tra nghiên cứu ra các phần riêng biệt có sự thống nhất về điều kiện địa chất công trình. Theo nguyên tắc của UNESCO (1976), thành phố Hải Phòng được chia ra các đơn vị phân vùng địa chất công trình như sau:

a. Miền địa chất công trình (sự đồng nhất của đơn vị cấu trúc địa kiến tạo) gồm:

- Miền I: đới Duyên Hải.

- Miền II: đới Hà Nội.

b. Vùng địa chất công trình (sự đồng nhất của các đơn vị địa mạo khu vực) gồm:

- Miền I: có hai vùng:

I-A: vùng xâm thực tích tụ thoải.

I-B: vùng đồi núi sót có sườn xâm thực bóc mòn.

- Miền II: có hai vùng:

II-C: cùng sườn xâm thực – tích tụ thoải.

II-D: cùng đồng bằng tích tụ.

c. Khu địa chất công trình (sự đồng nhất của đơn vị phức hệ thạch học) gồm:

Vùng II-D được chia thành 9 khu:

- Khu II-D-1: đồng bằng cao 5 – 7m, tích tụ Pleistocen muộn, hệ tầng Vĩnh Phúc ($maQ_{III}^2 vp_2$), kiểu thạch học chính là sét.

- Khu II-D-2: đồng bằng cao 2 – 4m, tích tụ Holocen sớm – giữa, thạch học chủ yếu là sét, sét pha, hệ tầng Hải Hưng ($mQ_{IV}^{1-2} hh_2$).

- Khu II-D-3: đê cát biển cao 3 – 5m, gồm cát pha lẫn vỏ sò, tuổi Holocen muộn, phụ hệ tầng Thái Bình dưới ($mQ_{IV}^3 tb_1$).

- Khu II-D-4: đồng bằng tích tụ sông – biển bằng phẳng, thạch học chủ yếu là sét pha, sét tuổi Holocen muộn, phụ hệ tầng Thái Bình dưới ($amQ_{IV}^3 tb_1$).

- Khu II-D-5: bãi bồi cao, tích tụ sông 1 – 3m, thành phần sét pha, cát pha tuổi Holocen muộn, phụ hệ tầng Thái Bình trên ($aQ_{IV}^3 tb_2$).

- Khu II-D-6: bãi bồi ven sông, khá bằng phẳng, có kiểu thạch học chủ yếu là sét pha, cát pha, tuổi Holocen muộn, phụ hệ tầng Thái Bình trên ($aQ_{IV}^3 tb_2$).

- Khu II-D-7: các khoảng trũng thấp tích tụ sông – đầm lầy, có kiểu thạch học chủ yếu là sét pha, bùn, tuổi Holocen muộn, phụ hệ tầng Thái Bình trên ($mbQ_{IV}^{1-2}hh_1$).

- Khu II-D-8: bãi triều cao, tích tụ sông – biển – đầm lầy, có kiểu thạch học chủ yếu là sét pha, cát pha, bùn, tuổi Holocen muộn, phụ hệ tầng Thái Bình dưới ($ambQ_{IV}^3tb_1$).

- Khu II-D-9: bãi triều thấp tích tụ biển hiện đại có chỗ lầy thụt, kiểu thạch học chủ yếu là cát, cát pha, tuổi Holocen, phụ hệ tầng Thái Bình trên ($mQ_{IV}^3tb_2$).

Sự phân bố vùng, khu địa chất công trình được biểu diễn trên **Hình 3.3**.

Bảng 3.1: Tóm tắt thuyết minh phân vùng địa chất công trình thành phố Hải Phòng.

TÓM TẮT THUYẾT MINH PHẦN VÙNG ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

THÀNH PHỐ HẢI PHÒNG

TỶ LỆ 1:50.000

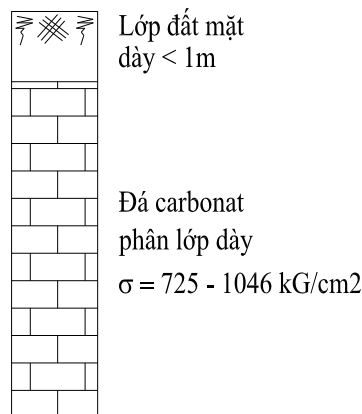
MIỀN	VÙNG	KHU	KÝ HIỆU MÀU	ĐỊA HÌNH, ĐỊA MẠO	ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT	ĐỊA CHẤT THỦY VĂN	HIỆN TƯỢNG ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH	ĐẶC TRƯNG TÍCH CHẤT CỐ LỸ CỦA ĐẤT ĐÀ	DANH GIÁ ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH
I	BỜ BIỂN HẢI	I.A		Núi Karst bóc mòn, cao 200-400m, sườn lớn chồm vách đứng, địa hình bị chia cắt mạnh.	Trầm tích carbonat gồm đá vôi, đá vôi silic, vôi sét, sét vôi.	Đá chứa nước rất kém, chỉ gặp nước dạng khe nứt karst	Phát triển karst trên mặt và ngầm, nhiều hố, hang, phễu karst	Chủ yếu đá cao, bo nat phân lớp dày, dạng khối. $R_p = 725 - 1040 \text{ kg/cm}^2$	Không thuận lợi cho xây dựng công trình dân dụng.
		I.B		Đồi, núi sỏi có sườn xấp xỉ 30-40°, bị chia cắt cao 30-70m dốc >20°	Trầm tích lục nguyên vụn thô có thành phần chủ yếu cát kết, bột kết xen đá phiến sét có tuổi khác nhau.	Đá chứa nước kém, chiều sâu nước ngầm > 5m	Phát triển mương xói, sụt lún.	Chủ yếu phổ biến cát kết, bột kết và đá phiến sét. $R_p = 525 - 725 \text{ kg/cm}^2$	Không thuận lợi cho xây dựng công trình dân dụng, công nghiệp thuận lợi cho khai thác khoáng sản.
		I.C		Sườn xấp xỉ, tích tụ thoải, bị chia cắt dốc 10-20°	Cấu trúc một lớp sét lãn dăm vụn đá góc phủ trên đá gốc cứng, dày 1-5m	Chiều sâu mực nước ngầm > 5m	Phát triển rãnh xói mới, lún, trượt.	Sét hoặc sét pha lãn dăm sạn eđ	Sức chịu tải của nền đất < 15kg/cm ² kém thuận lợi cho xây dựng.
II	ĐỚI NÁ	II.D ₁		Đồng bằng cao 5-7m tích tụ Pleistocen bị bóc mòn rủa trôi, địa hình bằng phẳng, bị chia cắt yếu.	Cấu trúc hạt lãn, trên là sét hay sét pha, dưới là cát hạt nhỏ, hạt vừa.	Một tầng chứa nước yếu. Chiều sâu mực nước < 2.5m.	Rủi trời bề mặt, bị bóc mòn.	Sét hạt lãn Vĩnh Phúc $m_{10} = 0,2$ $\gamma_s = 1,78 \text{ kg/cm}^3$, $\beta = 0,81$ $a = 0,056 \text{ cm}^2/\text{kg}$ $R_p = 4,2 - 2,4 \text{ kg/cm}^2$	Sức chịu tải của nền đất yếu, khó thuận lợi cho xây dựng.
		II.D ₂		Đồng bằng cao 2-4m tích tụ Holocen sớm-giữa, địa hình bằng phẳng bị chia cắt yếu.	Cấu trúc nhiều lớp đất lãn lã ra trên mặt dày > 3m. Dưới lã bùn.	Chiều sâu mực nước ngầm < 2m.	Đất yếu, dưới là dăm lãn có.	Sét, sét pha hạt lãn Hải Hưng $m_{10} = 0,2$ $\gamma_s = 1,81 \text{ kg/cm}^3$, $\beta = 0,85$ $a = 0,017 \text{ cm}^2/\text{kg}$, $R_p = 1,7 - 2,0 \text{ kg/cm}^2$	Sức chịu tải của nền đất yếu, điều kiện địa chất công trình phức tạp.
		II.D ₃		Đê cát biển tuổi Holocen muộn, cao 3-5m. Địa hình nổi, bị chia cắt yếu.	Cấu trúc nhiều lớp, trên là cát bột có và sỏi, dưới là bùn sét.	Chiều sâu mực nước ngầm > 5m	Rủi trời bề mặt.	Cát pha lãn vỏ sỏi $m_{10} = 0,15$ $\gamma_s = 1,79 \text{ kg/cm}^3$, $\beta = 0,85$ $a = 0,017 \text{ cm}^2/\text{kg}$, $R_p = 2,2 \text{ kg/cm}^2$	Sức chịu tải của đất yếu, điều kiện địa chất công trình phức tạp.
		II.D ₄		Đồng bằng tích tụ sông-biển, tuổi Holocen muộn, địa hình bằng phẳng.	Cấu trúc nhiều lớp rất phức tạp, trên thường là sét, sét pha. Dưới là sét, bùn.	Nhiều tầng chứa nước mực nước sâu > 2m	Phát triển đa dạng và phức tạp, đất dính xói ngầm, xói lún, dăm lãn và đất lãn hoa.	Sét pha, sét, bùn $m_{10} = 0,15$ $\gamma_s = 1,65 - 1,85 \text{ kg/cm}^3$ $a = 0,01 - 0,03 \text{ cm}^2/\text{kg}$ $R_p = 0,9 - 1,4 \text{ kg/cm}^2$	Sức chịu tải của nền đất yếu, điều kiện địa chất công trình phức tạp.
		II.D ₅		Bãi bồi cao, tích tụ sông tuổi Holocen muộn. Địa hình bằng phẳng. Cao 1-3m	Cấu trúc nhiều lớp phức tạp. Trên là sét pha, dưới là cát pha.	Nhiều tầng chứa nước mực nước sâu > 5m	Sụt đất, sụt biển.	Sét pha, cát pha, hu $m_{10} = 0,15$ $\gamma_s = 1,70 - 1,85 \text{ kg/cm}^3$ $a = 0,028 - 0,038 \text{ cm}^2/\text{kg}$ $R_p = 0,5 - 1,8 \text{ kg/cm}^2$	Sức chịu tải của đất hơi yếu, khó thuận lợi cho xây dựng dân dụng.
		II.D ₆		Bãi bồi ven sông, địa hình khá bằng phẳng, cao 0,5-3m.	Cấu trúc nhiều lớp phức tạp. Trên thường là bột cát pha, dưới là sét pha, bùn.	Chiều sâu mực nước ngầm < 2m.	Phát triển đa dạng xói lún, xói ngầm, đất chảy, sụt biển, dăm lãn và đất lãn hoa.	Sét pha, cát pha, bùn $m_{10} = 0,15$ $R_p = 0,5 - 1,8 \text{ kg/cm}^2$	Rất không thuận lợi cho xây dựng và công nghiệp vì bị lún hàng năm, điều kiện địa chất công trình rất phức tạp.
		II.D ₇		Các khoảng trũng thấp tích tụ sông-dăm lãn. Bề mặt không phẳng lầy thụt.	Cấu trúc nhiều lớp phức tạp, đất yếu lãn trên mặt. Dưới là sét pha, sét.	Chiều sâu mực nước ngầm < 2m.	Phát triển đất chảy, dăm lãn và đất lãn hoa.	Sét pha, bùn $m_{10} = 0,15$ $R_p < 0,5 \text{ kg/cm}^2$	Rất không thuận lợi cho xây dựng, thường phải vét bùn, điều kiện địa chất công trình rất phức tạp.
		II.D ₈		Bãi triều cao, tích tụ sông biển-dăm lãn tuổi Holocen muộn. Địa hình không bằng phẳng, có chỗ bị lầy thụt.	Cấu trúc nhiều lớp rất phức tạp, đất yếu lãn trên mặt dày > 2m. Dưới là sét pha, cát pha, bùn.	Ngậm nước liên kết kém.	Đất chảy và xói ngầm dăm lãn và đất lãn hoa.	Sét pha, cát pha, bùn $m_{10} = 0,15$ $\gamma_s = 1,75 - 1,85 \text{ kg/cm}^3$ $\beta = 0,84 - 1,40$ $a = 0,024 - 0,030 \text{ cm}^2/\text{kg}$ $R_p = 0,5 - 1,8 \text{ kg/cm}^2$	Sức chịu tải của đất yếu, rất không thuận lợi cho xây dựng, thường phải vét bùn hoặc đắp nền bằng điều kiện địa chất công trình phức tạp.
		II.D ₉		Bãi triều thấp tích tụ biển hiện đại, mặt địa hình hơi nghiêng ra biển, có chỗ bị lầy thụt.	Cấu trúc nhiều lớp rất phức tạp, trên là cát, bột cát, dưới là cát pha.	Ngậm nước biển mặn.	Bị tác động của sóng biển phá hủy.	Cát, cát pha, nước ngầm mặn. $m_{10} = 0,15$	Sức chịu tải của đất yếu, bị ngập nước biển. Rất không thuận lợi cho xây dựng.

Bản vẽ số: 6 Mảnh 2
Tóm tắt thuyết minh phần vùng địa chất công trình

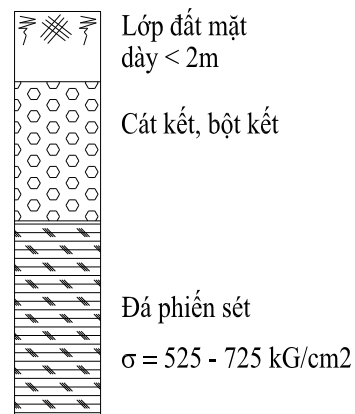
d. Xây dựng địa tầng tiêu biểu cho các phân vùng địa chất công trình thành phố Hải Phòng.

- Vùng I-A: Đây là vùng núi Karst bóc mòn cao 200 – 400m, sườn lởm chởm vách đứng, địa hình bị chia cắt mạnh. Phân bố chủ yếu ở huyện đảo Cát Bà, bắc Thủy Nguyên. Trầm tích carbonat gồm đá vôi, đá vôi silic, vôi sét, sét vôi. Như vậy địa tầng tiêu biểu ở đây chủ yếu là đá carbonat phân lớp dạng khối, cường độ kháng nén trung bình ở khoảng $\sigma = 725 - 1046\text{kG/cm}^2$. (**Hình 3.4**)

- Vùng I-B: đây là vùng đồi, núi sót có sườn xâm thực – bóc mòn, bị chia cắt cao 30 – 100m, dốc 20%. Phân bố chủ yếu ở bắc Thủy Nguyên, một số điểm thuộc Kiến Thụy. Địa tầng tiêu biểu ở vùng này chủ yếu là đá cát kết, bột kết và đá phiến sét, cường độ kháng nén trung bình khoảng $\sigma = 525 - 725\text{kG/cm}^2$. (**Hình 3.5**)



Hình 3.4: Địa tầng vùng I-A

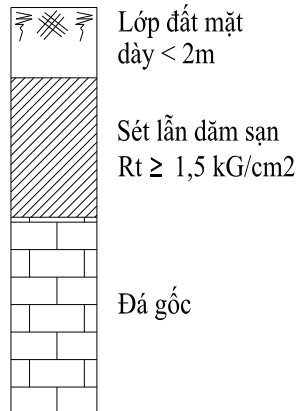


Hình 3.5: Địa tầng vùng I-B

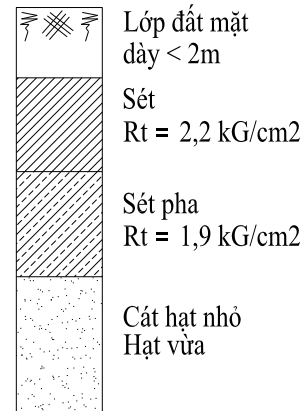
- Vùng II-C: đây là vùng sườn xâm thực tích tụ thoải, dốc $10^0 - 20^0$. Phân bố rải rác ở Kiến Thụy, Thủy Nguyên, Chủ yếu ở Đồ Sơn. Địa tầng tiêu biểu ở vùng này gồm lớp sét lẫn dăm vụn dày từ 1 – 5m, phủ lên trên lớp đá gốc. Sức chịu tải của nền đất $R_0 \geq 1,5\text{kG/cm}^2$. (**Hình 3.6**)

- Khu II-D-1: đồng bằng cao 5 – 7m tích tụ Pleistocen muộn bị bóc mòn rửa trôi, địa hình bằng phẳng, bị chia cắt yếu. Chủ yếu phân bố tại phía tây nam và bắc huyện Thủy Nguyên. Địa tầng tiêu biểu gồm hai lớp: trên là

sét hoặc sét pha, dưới là cát hạt nhỏ hoặc hạt vừa. Cột địa tầng điển hình ($maQ_{III}^2vp_2$). **(Hình 3.7)**

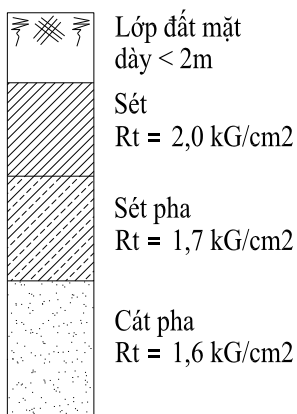


Hình 3.6: Địa tầng vùng II-C

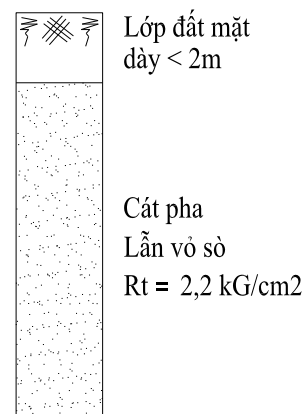


Hình 3.7: Địa tầng khu II-D-1

- Khu II-D-2: đồng bằng cao 2 – 4m, tích tụ Holocen sớm – giữa, địa hình bằng phẳng, phân bố tại An Dương và rải rác ở Thủy Nguyên. Địa tầng tiêu biểu gồm 3 lớp: trên là sét, sét pha, dưới là cát pha. Cột địa tầng tổng hợp ($mQ_{IV}^{1-2}hh_2$). **(Hình 3.8)**



Hình 3.8: Địa tầng khu II-D-2

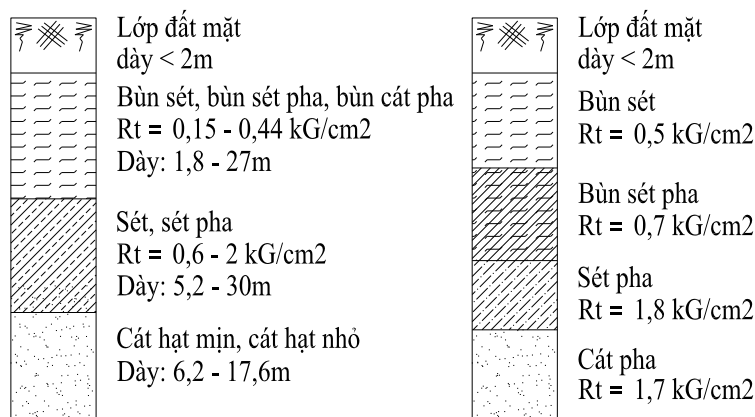


Hình 3.9: Địa tầng khu II-D-3

- Khu II-D-3: đê cát biển, tuổi Holocen muộn, cao 3 – 5m, địa hình bị chia cắt yếu, phân bố nam huyện Vĩnh Bảo, thị trấn Minh Đức, huyện Thủy Nguyên. Địa hình tiêu biểu chủ yếu là cát pha có lẫn vỏ sò. Cột địa tầng tổng hợp ($mQ_{IV}^3tb_1$). **(Hình 3.9)**

- Khu II-D-4: đồng bằng tích tụ sông – biển, tuổi Holocen muộn, địa hình phẳng, xuất hiện trên toàn bộ quận, huyện, đảo của Hải Phòng. Địa tầng tiêu biểu bao gồm: trên là bùn sét, bùn sét pha, dưới là sét, sét pha, cát hạt mịn, hạt nhỏ hoặc cát pha ($amQ_{IV}^3tb_1$). (**Hình 3.10**)

- Khu II-D-5: bãi bồi cao, tích tụ sông, tuổi Holocen muộn, địa hình bằng phẳng, cao 1 – 3m, phân bố ở Tiên Lãng, Vĩnh Bảo, phía bắc huyện An Dương. Địa tầng tiêu biểu bao gồm: trên là bùn, bùn sét, dưới là sét, sét pha, cát pha ($aQ_{IV}^3tb_2$). (**Hình 3.11**)



Hình 3.10: Địa tầng khu II-D-4

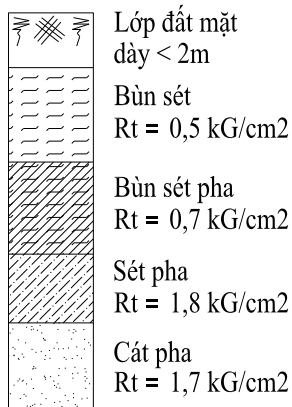
Hình 3.11: Địa tầng khu II-D-5

- Khu II-D-6: bãi bồi ven sông, địa hình khá bằng phẳng, cao 3 – 5m, phân bố ven sông Thái Bình, sông Văn Úc. Địa tầng tiêu biểu bao gồm: trên là bùn, bùn sét, dưới là sét, sét pha, cát pha ($aQ_{IV}^3tb_2$). (**Hình 3.12**)

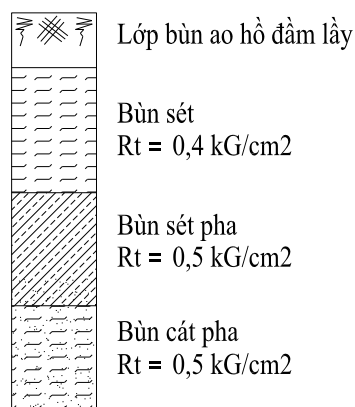
- Khu II-D-7: các khoảng trũng thấp tích tụ sông đầm lầy, bề mặt không bằng phẳng, lầy thụt, phân bố ở bắc Thủy Nguyên, phía tây An Lão và một dải khá rộng kéo từ phía đông huyện An Lão sang huyện Kiến Thụy. Địa hình tiêu biểu bao gồm: trên là đất yếu, dưới là bùn sét pha, bùn cát pha ($mbQ_{IV}^{1-2}hh_1$). (**Hình 3.13**)

- Khu II-D-8: bãi triều cao, tích tụ sông – biển – đầm lầy, tuổi Holocen muộn, địa hình không bằng phẳng có chỗ lầy thụt, phân bố phía đông nam Thủy Nguyên, phía đông một dải ăn sâu vào thành phố, đảo Đình Vũ, Cát Bà,

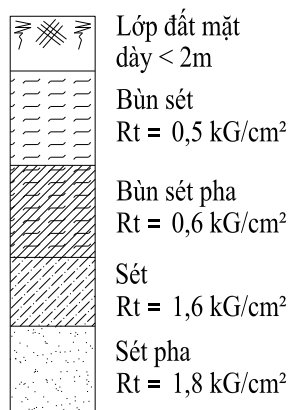
đông nam Kiến Thụy, nam Tiên Lãng. Địa tầng tiêu biểu bao gồm: trên là đất yếu, dưới là sét pha, cát pha, bùn (am $Q_{IV}^3tb_1$). (Hình 3.14)



Hình 3.12: Địa tầng khu II-D-6



Hình 3.13: Địa tầng khu II-D-7



Hình 3.14: Địa tầng khu II-D-8

- Khu II-D-9: bãi triều thấp, tích tụ biển hiện đại, mặt địa hình hơi nghiêng ra biển, có chỗ bị lầy thụt. Phân bố chủ yếu ở cửa sông Lạch Tray, cửa sông Văn Úc, cửa sông Cấm. Tuy nhiên đây là khu vực bãi triều, không tập trung dân cư, khu công nghiệp nên việc xây dựng ở đây rất hạn chế. Tác giả không xây dựng cột địa tầng tại khu vực này.

3.3. Tính toán hạ mực nước ngầm cho công trình thực tế.

Tính toán hạ mực nước ngầm được tiến hành cho công trình Khu chung cư thương mại - dịch vụ tại thành phố Hải Phòng.

3.3.1. Đặc điểm công trình và điều kiện địa chất- công trình, địa chất- thủy văn

- Tóm tắt đặc điểm công trình: Khu chung cư thương mại - dịch vụ tại thành phố Hải Phòng - Điều kiện địa chất công trình :

Lớp 1 : Bùn sét, á sét hữu cơ xám đen rất mềm yếu dày trung bình 3 m.

Lớp 2: Sét, sét cát laterite hóa xám loang nâu đỏ, cứng dày trung bình 2m.

Lớp 3 : Bùn sét, á sét hữu cơ xám đen rất mềm yếu dày trung bình 2 m.

Lớp 4: Cát, cát pha sét, vàng xám có sỏi nhỏ, gốc sông dày trung bình 37 m.

Lớp 5 : Sét, nâu vàng loang xám nâu đỏ rất cứng dày trung bình 16 m

Lớp 6: Cát lẫn sỏi, nguồn gốc biển, trạng thái rất chặt không xác định bề dày.

- Điều kiện địa chất thủy văn: Cao độ mực nước ngầm ở cốt - 5m .

Hệ số thấm của lớp đất xuất hiện mực nước ngầm $k=8-0.05$ m/ngày. Chọn $ktb=4$ m/ngày. Công trình khởi công xây dựng vào tháng 2-2009 tức là vào mùa khô.

Công trình có kích thước 68x62m đào sâu 13,5m thi công theo phương pháp tường trong đất. Xung quanh công trình đã có tường vây do đó nước chủ yếu là do nước ngầm ngầm từ đáy lên. Đáy sàn tầng hầm thứ 2 ở cốt - 9,2m .

Bài toán: Hồ móng $B=62$ m, $L=68$ m, $H=9$ m, $h=12$ m, $k=8$ m/ngày

Áp dụng bảng đề xuất giải pháp hạ mực nước ngầm cho khu vực thành phố Hải Phòng: thuộc khu vực II với diện tích hố đào lớn độ sâu ($H = 12$ m), hệ số thấm $K=4$ khá lớn ta chọn giải pháp hạ mực nước ngầm bằng các giếng có máy bơm hút sâu chọn giếng lọc có đường kính 200mm, dài 6m hạ dần theo chiều sâu đào.

Nhìn vào mặt cắt địa chất ta thấy rằng đáy sàn tầng hàm thứ 2 có chỗ ngòi lên lớp đất thứ 4 là cát, cát pha sét, vàng xám có sỏi nhỏ, gốc sông trạng thái chặt vừa (xem hình vẽ). Bên dưới không có lớp đất không thấm nước. Các giếng hút nước không thể đặt tới lớp đất không thấm nước => tính toán với trường hợp giếng thoát nước không hoàn chỉnh.

Vì $B/L = 1 > 0.1 \Rightarrow$ cho nên đây là loại hồ móng rộng .

3.3.2. *Tính toán hạ mực nước ngầm (Sử dụng phương pháp tính gần đúng):*

Ta phân lượng nước thấm vào giếng không hoàn chỉnh ra làm hai phần: lượng nước không cao áp Q' giới hạn phía trên bằng đường thấm và phía dưới bằng mặt phẳng ở cao trình đáy giếng, và lượng nước cao áp Q'' giới hạn phía trên là cao trình mặt đáy giếng, còn phía dưới là đường giới hạn của vùng ảnh hưởng (H.3.9)

$$Q = Q' + Q''$$

Do khu vực này không có nước cao áp nên $Q'' = 0$

$$\Rightarrow Q = Q' = \frac{1,36k(2H - S)S}{\lg \frac{A+R}{A}}$$

Vì chiều dày lớp đất chứa nước dưới đáy móng rất lớn ta cần xác định vùng ảnh hưởng, nghĩa là một vùng sâu bằng chiều dày lớp đất có khả năng cung cấp nước cho giếng. trị số vùng ảnh hưởng T_a xác định theo bảng sau:

$\frac{S_0}{H}$	0,2	0,3	0,5	0,8	1,0
$\frac{T_a}{H}$	1,3	1,5	1,7	1,85	2,0

1) Xác định khả năng hút nước ngầm của một giếng

Khả năng hút nước của một giếng là : $q = Fxv = 27 \pi lv$ (m³/ngđ)

Trong đó:

+ l chiều dài phần lọc giả sử $l=6$ (m)

+ Bán kính ngoài giếng lọc chọn $r = 0.1$ (m)

+ Tốc độ lọc $V=60 \sqrt{k}$ ($k : 4$ m/ngđ)

$$q=2 \times 3,14 \times 0,1 \times 6 \times 100 = 376 \text{ (m}^3 \text{ /ngày đêm)}$$

2) Xác định chiều cao S của mực nước hạ thấp ở trong giếng

Căn cứ vào điều kiện độ sâu hạ mực nước tối thiểu ta có $h_0 = 0,5 - l$ m. Để xác định S ta giả thiết đường cong mực nước ngầm hạ thấp xuống có độ dốc 1:10 về phía giếng.

Như vậy :

$$S = 2 + 9 + 1 + \frac{34}{10} = 15,4 \text{ (m)}$$

3) Xác định độ sâu chôn ống giếng:

Mực nước rút xuống sâu hơn đáy hố móng là 1 m.

Án định chiều sâu hạ giếng xuống đất:

Chiều sâu hạ giếng L , tính bằng công thức:

$$H = L = S_0 + \Delta S + \Delta h + l + h_0$$

So: độ sâu hạ mực nước ngầm ở giữa hố móng

ΔS : độ sâu hạ thêm mực nước ở trong giếng.

Δh : cột nước tiêu hao khi nước chảy qua ống lọc (0,5 -1,0m)

l : chiều dài phần lọc(m)

h_0 : độ ngập nước của phần lọc.

$$H=L= 15,4 + 1 + 6 + 5 = 27,4 \text{ (m)}$$

$$A = \sqrt{\frac{F}{\pi}} \text{ (m)} \Rightarrow A = \sqrt{\frac{34 \times 34}{3.14}} = 19,18 \text{ (m)}$$

$$R = 2S\sqrt{Hk} \text{ (m)} \Rightarrow R = 2 \times 15,4 \sqrt{27,4 \times 8} = 456 \text{ (m)}$$

$$V_1 \frac{S_0}{H} = \frac{10}{27,4} = 0,36 \Rightarrow Ta = 27,4 \times 1,5 = 41,1 \text{ (m)}$$

Đối với lưu lượng không cao áp: $\lg \frac{A+R}{A} = \lg \frac{19,18+456}{19,18} = 1,39$

4) Lưu lượng chảy vào hố móng:

$$Q=Q' = \frac{1,36k(2H-S)S}{\lg \frac{A+R}{A}} = \frac{1,36 \times 8 \times (2 \times 27,4 - 15,4) \times 15,4}{1,39}$$

$$Q=4749 \text{ (m}^3\text{/ngđêm)}$$

5) Xác định số giếng điếm

$$n = (Q/q) \times m = (4749/376) \times 1,1 = 14 \text{ giếng .}$$

6) Tìm khoảng cách giữa các ống giếng điếm :

Hố móng có tường chắn xung quanh do đó phải đặt các giếng bên trong hố móng. Mỗi chiều đặt 4 giếng khoảng cách giữa các giếng là:

$$D = \frac{L}{n} = 68/4 = 17 \text{ (m)}$$

$$D = \frac{L}{n} = 68/3 = 22,7 \text{ (m)}$$

Do mặt bằng công trình không phải là hình vuông do đó ta bố trí chia thành 4 cột theo cạnh dài của công trình 2 cột giữa bố trí 4 hố, cách khoảng D1, mỗi cột biên bố trí 3 giếng cách khoảng là D2.

Kết luận: Dùng phương pháp khoan hạ các ống giếng đường kính 200mm sâu 8m. ống giếng phải được đặt thẳng đứng, lưới lọc ống giếng phải được đặt trong phạm vi thích đáng của tầng chứa nước, đường kính trong của ống giếng phải lớn hơn đường kính ngoài của bơm nước 50mm. Mỗi chiều đặt 4 giếng.

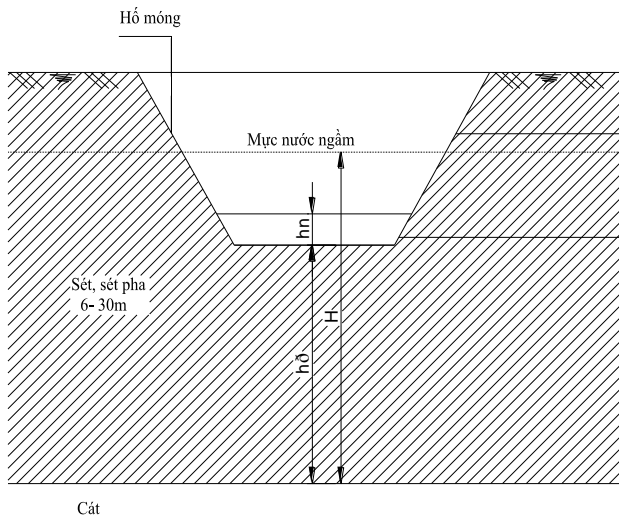
Sau khi hạ ống giếng đến chiều sâu thiết kế thì đặt máy bơm hút sâu vào trong. Các giếng lọc hạ dần theo chiều sâu đào.

3.4. Đề xuất phương pháp hạ mực nước ngầm khi thi công hố đào sâu khu vực Hải Phòng.

3.4.1. Phân vùng các dạng nền khu vực Hải Phòng

a. Vùng I-A :

Phân bố chủ yếu ở huyện đảo Cát Bà, bắc Thủy Nguyên. Trầm tích carbonat gồm đá vôi, đá vôi silic, vôi sét, sét vôi. Là khu vực có địa chất về thành phần, tính chất đồng nhất bao gồm: lớp trên là sét, sét pha cát có chiều dày 6÷30m, phía dưới là cát, cát pha hoặc sỏi xuống đến độ sâu lớn. Mực nước ngầm ở độ sâu từ 5÷10m.



Hình 3.15 Nước ngầm tác dụng lên nền công trình khu vực I.a,b.

- Khả năng thi công hố đào thuận lợi: Vùng này thuận lợi cho thi công tầng hầm bằng phương pháp đào hở khi hố đào sâu từ 5÷8m (tương đương 1-2 tầng hầm). Giải pháp thoát nước cho các hố đào ở độ sâu này rất đơn giản và kinh tế nhất là dùng phương pháp đào rãnh hút nước bằng máy bơm.

Với các hố đào sâu hơn công tác hạ mực nước ngầm trở nên phức tạp hơn do có thể gặp một số tầng chứa nước có áp cục bộ. Đặc biệt hố đào ở khu vực này cần chú ý các sự cố gây bục hố móng do nước ngầm, khi tính toán cần chú ý kiểm tra điều kiện ổn định chống chảy thấm của hố đào. Vì vậy, hạ mực nước ngầm cần được tính toán chu đáo và theo sát trong quá trình thi công tránh ảnh hưởng đến các công trình xung quanh.

Giải pháp cho trường hợp này là dùng giếng bơm sâu.

- Các giải pháp tường chắn và hệ chống đỡ: Khi thi công hố đào có một tầng hầm, giải pháp chống đỡ có thể lựa chọn là:

- + Tường cừ thép dài 12m có chống đỡ;
- + Tường bằng cọc xi măng đất có chống đỡ hoặc không tùy thuộc vào chiều dày và chiều sâu tường.

Khi thi công hố đào cho công trình hai tầng hầm, giải pháp chống đỡ có thể lựa chọn là: Tường bê tông cốt thép thi công theo công nghệ tường trong đất có chống đỡ.

Khi số tầng hầm lớn hơn ba (hoặc bốn tầng) nên lựa chọn giải pháp tường chắn bê tông cốt thép được thi công theo công nghệ tường trong đất, thi công tầng hầm theo phương pháp topdown.

b. Vùng I-B

- Điểm khác của dạng nền này so với vùng I-A là mực nước ngầm ở độ sâu < 5m. Như vậy có thể thấy thi công hố đào sâu ở vùng này khó khăn hơn ở vùng I.a. Có thể thi công hố đào tương đối thuận lợi xuống độ sâu < 5m (tương đương 1 tầng hầm) . Giải pháp thoát nước cho các hố đào ở độ sâu này rất đơn giản và kinh tế nhất là dùng phương pháp đào rãnh hút nước bằng máy bơm.

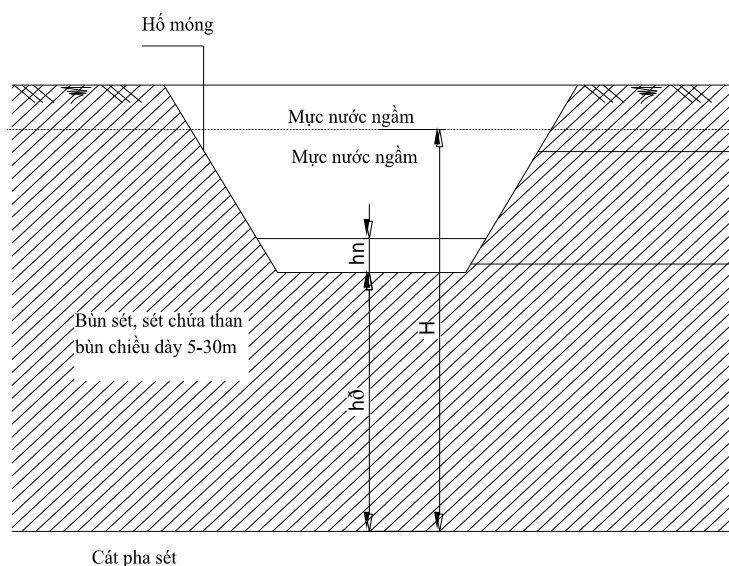
Khi các hố đào sâu hơn 5m thì sẽ thi giải pháp hạ mực nước ngầm cũng cực kì phức tạp do phía dưới đáy hố đào là các tầng cát chứa nước có thể gây xói ngầm, mất ổn định hố đào. Giải pháp cho trường hợp này là dùng giếng bơm sâu.

Giải pháp tường chắn và hệ chống đỡ có thể lựa chọn là:

- + Tường cừ thép dài 12m có chống đỡ khi hố đào có chiều sâu từ 5÷6m;
- + Tường chắn bê tông cốt thép thi công theo công nghệ tường trong đất có chống đỡ.

c. Vùng II-C

Khu II chiếm toàn bộ diện tích Phân bố rải rác ở Kiến Thụy, Thủy Nguyên, Chủ yếu ở Đồ Sơn với độ cao địa hình 0 - 2 m bao gồm toàn bộ các bãi bồi thấp và cao trong phạm vi thành phố. Cấu trúc nền địa chất bao gồm 2 phức hệ đất đá khác biệt. Phần trên là phức hệ đất yếu: sét chứa than bùn, tàn tích thực vật ở trạng thái dẻo chảy - chảy và bùn sét - sét pha - cát pha chứa tàn tích thực vật, là trầm tích sông - biển - đầm lầy hỗn hợp tuổi Holocen chiều dày biến đổi trung bình từ 5 đến 30m. Mực nước ngầm trong toàn khu ở độ sâu không quá 0,5 - 1,0m.



Hình 3.16 Nước ngầm tác dụng lên nền công trình khu vực II.

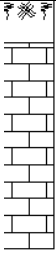
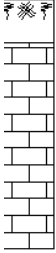
Mức độ bất lợi của chúng có thể phân chia tiếp theo chiều dày của phức hệ đất yếu, bao gồm các phụ khu có chiều dày phức hệ đất yếu, tương ứng nhỏ hơn 10m, 10 - 20m và 20 - 30m.


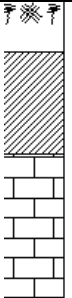
Các khu vực này khuyến cáo không nên thi công hố đào sâu (tầng hầm) nhưng nếu trường hợp làm tầng hầm thì tầng hầm nằm ở tầng bùn thì dùng phương pháp kim lọc kết hợp điện thấm. Với các hố đào hoặc tầng hầm sâu hơn thì dùng biện pháp giếng điểm sâu hoặc phụt vữa cô lập hố đào.

Khi thi công tầng hầm thì nên lựa chọn phương pháp thi công tường chắn bằng công nghệ tường trong đất.

3.4.2 Đề xuất về lựa chọn phương pháp hạ mực nước ngầm.

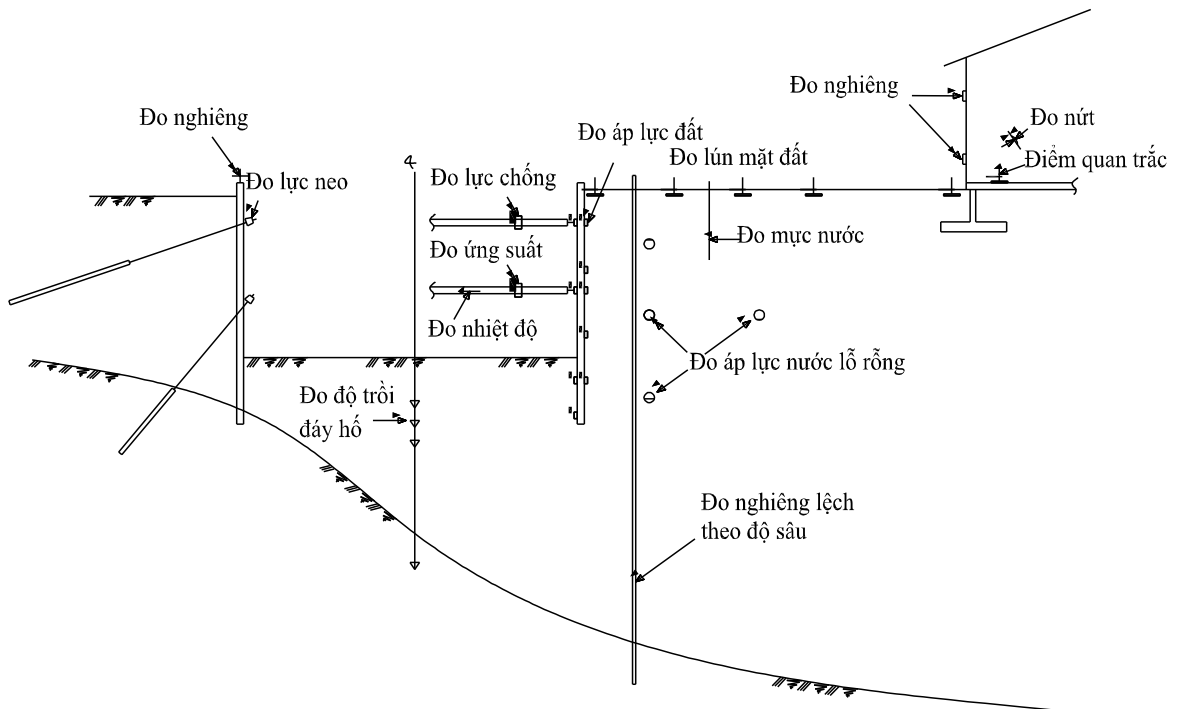
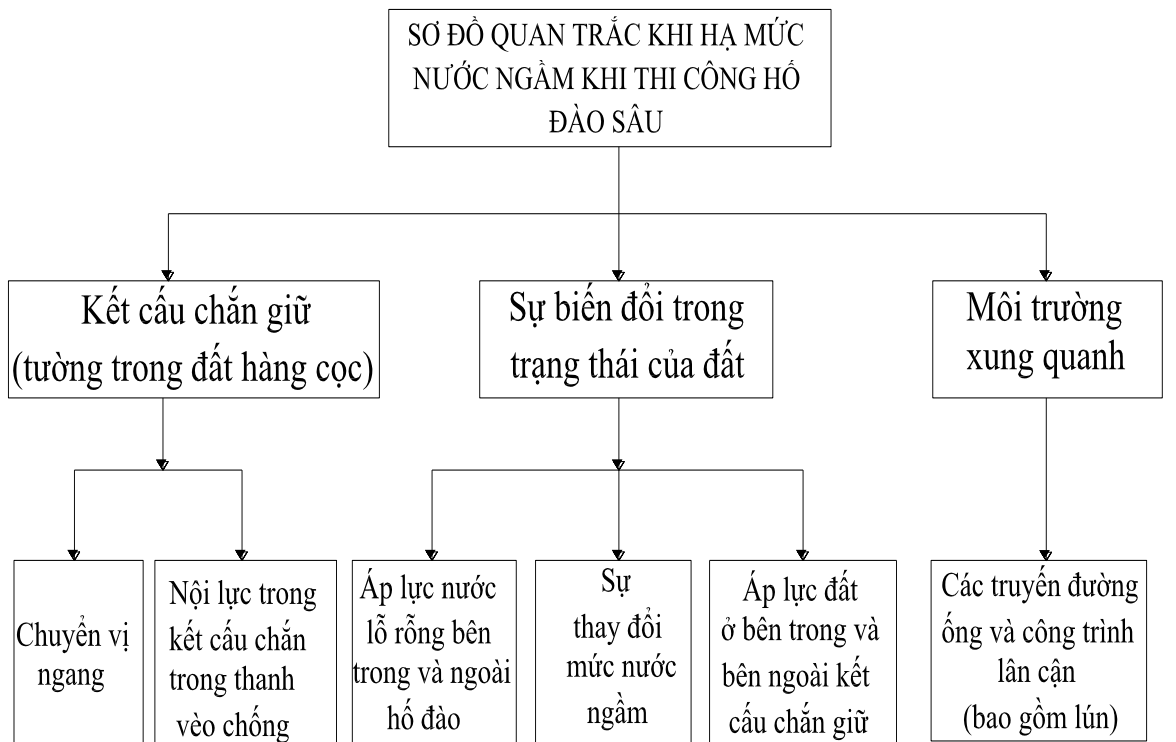
Bảng 3.1 Bảng tóm tắt các đề xuất

Khu vực	Địa điểm	Mặt cắt địa chất	Mực nước ngầm và hệ số k	Chiều sâu hố đào	Phương pháp hạ mực nước ngầm hợp lý
Khu I-A	Huyện đảo cát Bà	 <p>Lớp đất mặt dày <math>\delta < 1m</math> Đá carbonat phân lớp dày $\sigma = 725 - 1046 kG/cm^2$</p>	h=5-10m	5-6m	- Đào rãnh hút nước bằng bơm
		7-15m		- Giếng điểm nhẹ	
	Bắc Thủy Nguyên	 <p>Lớp đất mặt dày <math>\delta < 1m</math> Đá carbonat phân lớp dày $\sigma = 725 - 1046 kG/cm^2$</p>		4-5m	- Đào rãnh hút nước bằng bơm
				5-15m	- Giếng điểm điện thắm
				15-20m	- Dùng giếng bơm sâu

Khu I-B	Phần lớn diện tích trung tâm thành phố và Bắc Thủy Nguyên	 <p>Lớp đất mặt dày <math>< 2\text{m}</math> Cát kết, bột kết Đá phiến sét $\sigma = 525 - 725 \text{ kg/cm}^2$</p>	h=5m	5-6m 7-15m 15-20m	<ul style="list-style-type: none"> - Đào rãnh hút nước bằng bơm - Giếng điem nhẹ - Dùng giếng bơm sâu
Khu II	Chủ yếu ở Đồ Sơn, Kiến Thụy	 <p>Lớp đất mặt dày <math>< 2\text{m}</math> Sét lùn đầm sần $R_1 \ge 1,5 \text{ kg/cm}^2$ Đá góc</p>	h=0,5-1m	4-5m 5-15m 15-20m	<ul style="list-style-type: none"> - Đào rãnh hút nước bằng bơm - Giếng điem điện thâm - Dùng giếng bơm sâu

3.4.3 Đề xuất sơ đồ quan trắc khi hạ mực nước ngầm

Quan trắc công trình hố móng ở hiện trường khi hạ mực nước ngầm chủ yếu bao gồm các việc quan trắc môi trường xung quanh, quan trắc sự biến đổi trạng thái của đất do chịu ảnh hưởng của thi công với các nội dung có thể tóm tắt bằng sơ đồ và hình vẽ như sau:



Hình 3.17 Sơ đồ về các quan trắc hố đào sâu trong thi công

Công tác quan trắc phải tiến hành theo kế hoạch, nghiêm chỉnh chấp hành những qui định có liên quan (qui định của địa phương, qui phạm quan

trắc, kế hoạch và nhiệm vụ quan trắc v.v..) trong đó bao gồm phương pháp quan trắc máy móc sử dụng, bố trí điểm quan trắc, độ chính xác của quan trắc, chu kì quan trắc...

Cần phải dựa vào kế hoạch để kịp thời quan trắc. Vì đào đất trong hố đào là một quá trình thi công động chỉ có đảm bảo kịp thời quan trắc mới có thể phát hiện khiếm khuyết và kịp thời xử lý.

Tùy theo hạng mục quan trắc, dựa vào tình huống của công trình mà chọn trị số cảnh báo. Trị số cảnh báo bao gồm: trị số biên dạng, nội lực, tốc độ chuyển vị và tốc độ lún... Khi quan trắc phát hiện sự vượt quá trị cảnh báo kèm theo có tình huống không bình thường cần lập tức có biện pháp bổ cứu.

Quan trắc mỗi công trình hố đào cần phải ghi chép đầy đủ và có biểu bảng cũng như biểu đồ trong báo cáo khi kết thúc.

Các hạng mục quan trắc trên đây do chuyển vị ngang, đo lún, độ trôi lên của đáy hố móng, quan sát bằng mắt thường, đo khe nứt... là bắt buộc không thể thiếu, còn các mục khác có thể căn cứ vào đặc điểm công trình, phương pháp thi công và những nguy hại có thể xảy ra đối với môi trường xung quanh để xác định.

KẾT LUẬN CHUNG VÀ MỘT SỐ KIẾN NGHỊ.

A. Kết luận:

Qua nghiên cứu giải pháp hạ mực nước ngầm trong thi công hố đào sau tại Hải Phòng có thể rút ra một số kết luận và kiến nghị sau:

1. Trong thi công hố đào sâu nước ngầm là một trong những nguyên nhân chính gây khó khăn trong thi công và gây ra sự cố cho công trình hố đào.
2. Tác giả luận văn đã nghiên cứu đề xuất các phương pháp hạ mực nước ngầm phù hợp với điều kiện địa chất- công trình, địa chất -thủy văn theo dạng nền khu vực TP Hải Phòng và quy trình thiết kế hạ mực nước ngầm.
3. Công tác quan trắc trong quá trình hạ mực nước ngầm là vấn đề quan trọng để cảnh báo và hạn chế những rủi ro khi thi công hố đào sâu ở các khu vực xây chen tp. Hải Phòng. Sơ đồ quy trình quan trắc được tác giả luận văn đề xuất và được trình bày trên **Hình 3.17**.

B. Kiến nghị:

- Các giải pháp hạ mực nước cần được phân tích ngay trong quá trình thiết kế và cần có qui định cụ thể khi thiết kế công trình có hố đào sâu.

- Trong báo cáo khảo sát địa chất - công trình, địa chất thủy văn phải cung cấp được đầy đủ số liệu về mực nước ngầm, hệ số thấm, dòng chảy, các tác động khác của nước ngầm.

- Thiết kế thi công hố đào sâu, tầng hầm, công trình ngầm đô thị phải có thiết kế hạ mực nước ngầm và được phê duyệt trước khi thi công.

- Trong quá trình thi công hố đào sâu cần phải xây dựng hệ thống quan trắc để kịp thời chỉ đạo thi công phản ứng nhanh trước các sự cố có thể xảy ra.

3. Hướng nghiên cứu tiếp theo:

- Nghiên cứu xây dựng phần mềm chương trình tính toán hạ mực nước ngầm để đưa ra ứng dụng cho quá trình tư vấn thiết kế.

- Nghiên cứu ảnh hưởng của việc hạ mực nước ngầm trong các vùng xây chen để đưa ra các giải pháp và quy trình cụ thể.

TÀI LIỆU THAM KHẢO.

1. Đinh Xuân Bảng, Vũ Công Ngữ, Lê Đức Thắng (1974), *Sổ tay thiết kế nền và móng- Tập 1*, Nhà in Minh Sang, Hà Nội.
2. Lê Dung (2008), *Máy bơm – Công trình thu nước trạm bơm cấp thoát nước*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
3. Nguyễn Hồng Đức (2009), *Cơ sở địa chất công trình và địa chất thủy văn công trình*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
4. Nguyễn Bá Kế (2002), *Thiết kế và thi công hố móng sâu*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
5. Nguyễn Bá Kế (2002), *Sự cố nền móng công trình*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
6. Nguyễn Bá Kế (2006), *Xây dựng công trình ngầm đô thị theo phương pháp đào mở*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
7. Nguyễn Văn Kiểm (1974), *Kỹ thuật thi công đất*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
8. Đặng Đình Minh (2009), *Thi công đất*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
9. Nguyễn Thế Phùng (2009), *Thi công công trình ngầm bằng các phương pháp đặc biệt*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.