

*TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT*  
KHOA KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT ĐỊA CHẤT  
**BỘ MÔN ĐỊA CHẤT THỦY VĂN**

**BÁO CÁO SINH HOẠT HỌC THUẬT**  
**“Đánh giá khả năng áp dụng thí nghiệm Slugtest và PST**  
**tính toán các thông số địa chất thủy văn .”**

**Người thực hiện chuyên đề**  
**TS. Dương Thị Thanh Thủy**

Năm 2021

MỤC LỤC		Trang
Mở đầu		3
Chương 1. Tổng quan vùng nghiên cứu		4
1.1. Mỏ Cọc Sáu – Quảng Ninh		4
1.1.1. Điều kiện địa lý tự nhiên		4
a. Vị trí địa lý		4
b. Địa hình		4
c. Đặc điểm khí hậu		4
1.1.2. Đặc điểm địa chất		5
1.1.3. Đặc điểm địa chất thủy văn		7
a) Tầng chứa nước lỗ hổng trong trầm tích Đệ tứ và đất đá thải trên mặt (q)		7
b) Phức hệ chứa nước khe nứt trong trầm tích Hệ Triat - thống thượng, bậc Nori – Reti, Hệ tầng Hòn Gai trên ( $t_3 hg_3$ )		7
Chương 2. Đánh giá khả năng áp dụng thí nghiệm Slugtest và Pneumatic cho các lỗ khoan vùng mỏ Quảng Ninh		11
2.1. Số liệu thí nghiệm và kết quả tính toán hệ số thấm k		11
2.2.1. Tại Mỏ Hà Lâm – Hòn Gai – Quảng Ninh		11
2.2.2. Tại Mỏ Cọc Sáu – Quảng Ninh		14
2.2. Đánh giá khả năng áp dụng thí nghiệm Slugtest và Pneumatic cho các lỗ khoan vùng mỏ Quảng Ninh		19
2.2.1. Phương pháp thí nghiệm Slugtest và Pneumatic cho các lỗ khoan vùng mỏ Quảng Ninh		19
a) Nguyên lý phương pháp Slugtest		19
b) Nguyên lý phương pháp Pneumatic Slugtest		19
c) Ưu điểm phương pháp thí nghiệm Slugtest		19
d) Ưu điểm phương pháp thí nghiệm PST		19
2.2.2. Đặc điểm mỏ than Quảng Ninh		20
2.2.3. Thí nghiệm tại phương pháp PST và Slugtest tại một số mỏ than Quảng Ninh.		21
Kết luận		25
Tài liệu tham khảo		27

## MỞ ĐẦU

Hiện nay nền kinh tế ngày càng phát triển nên nhu cầu dùng nước cho các lĩnh vực ngày càng tăng mạnh. Nước dưới đất là một trong những nguồn nước đã và đang được sử dụng một cách rộng rãi. Để nghiên cứu đặc điểm của các tầng chứa nước dưới đất, rất cần thiết xác định chính xác các thông số Địa chất thủy văn (ĐCTV) của tầng chứa nước. Các thông số ĐCTV là các yếu tố đặc trưng cho đặc điểm của chính tầng chứa đó, nó quyết định đến khả năng chứa, dẫn nước của tầng chứa nước.

Trong công tác thăm dò và khai thác khoáng sản của các mỏ, việc tính toán các thông số địa chất thủy văn xác định lượng nước chảy vào mỏ quyết định đến hiệu quả khai thác, phương án đầu tư cho công tác khai thác khoáng sản.... Một trong các thông số đó là hệ số thấm ( $k$ ). Tính toán lượng nước chảy vào mỏ có thể quyết định đến hiệu quả khai thác hoặc đầu tư cho công tác khai thác khoáng sản. Vì vậy, thông số địa chất thủy văn, trong đó *hệ số thấm  $K$*  là một đặc trưng của đất đá cần phải xác định trong bất kỳ công tác điều tra đánh giá điều kiện địa chất, địa chất thủy văn của khu mỏ.

Hiện nay các phương pháp xác định các thông số của tầng chứa nước chủ yếu sử dụng các phương pháp truyền thống, đã được sử dụng từ rất lâu như phương pháp hút nước, ép nước, đổ nước... Việc áp dụng các phương pháp nào tùy đặc điểm từng tầng chứa nước, nhìn chung các phương pháp này vẫn đạt hiệu quả và có những ưu, nhược điểm riêng. Tuy nhiên, cần thiết áp dụng thử nghiệm một số phương pháp thí nghiệm mới để có thể áp dụng đa dạng phương pháp phù hợp với điều kiện thực tế, có tính ứng dụng rộng rãi, sử dụng được trong nhiều điều kiện cũng như yêu cầu khác nhau thật sự rất cần thiết.

## CHƯƠNG 1

### TỔNG QUAN VÙNG NGHIÊN CỨU

#### 1.1 – Mỏ Cọc sáu

##### 1.1.1 Điều kiện địa lý tự nhiên

###### a) Vị trí địa lý

Khu vực mỏ Bắc Cọc Sáu có diện tích 2,75 km<sup>2</sup> thuộc phường Mông Dương, thành phố Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh. Khu vực nghiên cứu nằm cách thành phố Cẩm Phả khoảng 10 Km về phía Đông Bắc.

###### b) Địa hình

Theo tài liệu bản đồ địa hình tỷ lệ 1: 5000 năm 1974, địa hình nguyên thủy của khu vực mỏ Bắc Cọc Sáu bị chia cắt bởi các thung lũng và khe suối tạo thành hàng loạt các đồi núi cao thấp khác nhau. Nhìn chung địa hình khu vực nghiên cứu thuộc loại đồi núi thấp và thoải, ở trung tâm thấp hơn và cao dần ra bốn phía. Độ cao tuyệt đối nơi thấp nhất +23.00m và nơi cao nhất là +145.00m. Độ dốc các sườn núi từ 20<sup>0</sup> đến 30<sup>0</sup>.

Tuy nhiên, đến hiện tại, hầu hết diện tích khu vực mỏ đã được đổ đất thải khai thác lộ thiên từ các mỏ lân cận. Khu mỏ Bắc Cọc Sáu là khu vực đổ thải của các mỏ Đèo Nai, Cao Sơn. Địa hình nguyên thủy gần như không còn, thay vào đó là địa hình đổ thải. Độ dày tầng đất đá thải tính đến nay có chỗ cao nhất lên tới 320m so với địa hình nguyên thủy.

###### c) Điều kiện khí hậu

Điều kiện khí tượng thủy văn trong khu vực có ảnh hưởng đến đặc điểm địa chất thủy văn bởi vì các yếu tố khí hậu như lượng mưa, bốc hơi... sẽ quyết định lượng nước bổ sung cho nước dưới đất và ảnh hưởng đến dòng chảy vào mỏ.

Khu mỏ Bắc Cọc Sáu cũng như tỉnh Quảng Ninh nằm trong vùng ven biển nhiệt đới gió mùa, chia thành hai mùa trong năm.

Khí hậu thuộc vùng nhiệt đới, độ ẩm cao chia làm hai mùa. Mùa mưa kéo dài từ tháng 4 tới tháng 10. Mùa khô kéo dài từ tháng 11 năm trước tới tháng 3 năm sau. Nhiệt độ thay đổi theo mùa, mùa hè nhiệt độ lên đến 37 ÷ 38°C (tháng 7,8 hàng năm), mùa đông nhiệt độ thấp thường từ 8°C đến 15°C. Độ ẩm trung bình về mùa khô từ 65 ÷ 80%, về mùa mưa đạt 81 ÷ 91%.

- Mùa mưa từ tháng 4 đến hết tháng 9, lượng mưa chiếm 80% lượng mưa cả năm, tháng có lượng mưa ngày lớn nhất là tháng 8 năm 2005, lượng mưa lên tới gần 200mm. Nhiệt độ không khí trung bình ngày 27<sup>0</sup>C, nhiệt độ không khí trung bình đêm 18<sup>0</sup>C, độ ẩm không khí 80%, hướng gió chính là Đông và Đông Nam. Đặc điểm của mùa mưa là nóng, độ ẩm cao.

- Mùa khô từ tháng 10 đến tháng 4 năm sau, lượng mưa ít, có tháng không mưa, thỉnh thoảng tháng cá biệt lượng mưa lên đến 133mm tại tháng 11 năm 2005. Nhiệt độ không khí trung bình ngày là 20<sup>0</sup>C, nhiệt độ không khí trung bình ban đêm là 11<sup>0</sup>C, độ ẩm

không khí đạt 60%, hướng gió chính Bắc và Đông Bắc. Đặc điểm của mùa là khô hanh, lạnh, nhiệt độ không khí thấp.

Số liệu quan trắc lượng nước mưa của trạm khí tượng thủy văn Cửa Ông giai đoạn từ năm 2009 đến năm 2016 như sau:

- Lượng mưa trung bình năm ở trạm Cửa Ông là 3,514 mm. Lượng mưa phân bố không đều trong năm, gần 90% lượng mưa tập trung vào thời gian mùa mưa. Khoảng 75% lượng mưa này tập trung vào tháng 6, 7, 8, 9. Mỗi đợt mưa kéo dài từ 3 đến 5 ngày liên tục. Trong các đợt mưa to liên tục, nước mưa rơi trên bề mặt tập trung vào các vùng trũng, vùng sụt lún, nứt nẻ. Sau thời gian mưa to kéo dài từ 1 đến 3 ngày, nước trong các hệ thống lò khai thác bắt đầu tăng, một phần tích đọng trong hệ thống lò cũ bổ sung cho nước dưới đất, làm cho lượng nước ngầm chảy vào các đường lò tăng cao.

Trong đó cuối tháng 7, đầu tháng 8 năm 2015 lượng mưa lũ lịch sử lớn nhất trong vòng 70 năm đổ bộ vào Quảng Ninh nói chung và Cẩm Phả nói riêng gây thiệt hại nặng nề cho sinh hoạt và sản xuất. Cụ thể theo “Báo cáo mưa lũ ngày 03/8/2015” của Ủy ban nhân dân tỉnh Quảng Ninh thì khu vực Cửa Ông chỉ trong vòng 9 ngày, từ 26/7/2015 cho tới 03/8/2015 lượng mưa đo được là 1.409,7 mm. Riêng ngày 26/7/2015 lượng mưa lớn nhất, đạt 436,8 mm.

Như vậy, các đặc trưng mưa trong khu vực mỏ với các đặc điểm cực đoan sẽ ảnh hưởng đến lượng nước chảy vào mỏ và là một yếu tố bắt buộc phải đánh giá trong công tác thăm dò và khai thác khoáng sản.

### 1.1.2. Điều kiện địa chất

Trong phạm vi khu mỏ Bắc Cọc Sáu chủ yếu phân bố các đơn vị địa tầng thuộc giới Mezozoi (MZ) và giới Cenozoi (CZ). Mô tả các phân vị địa tầng địa chất từ già đến trẻ trong khu vực mỏ như sau:

#### GIỚI MEZOZOI (MZ)

##### **Hệ trias - Thống thượng - Bạc nori – ret. Hệ tầng Hòn Gai ( $T_{3n-r hg}$ )**

Các thành tạo trong hệ tầng này là các trầm tích chứa than khu Bắc Cọc Sáu với chiều dày trên 1.000m, phân bố trên hầu hết diện tích khu mỏ. Mặt cắt địa tầng bao gồm các loại đá trầm tích như: cuội kết, sạn kết, cát kết, bột kết, sét kết và các vỉa than xen kẽ nhau. Các công trình nghiên cứu địa chất khu mỏ đã xác định địa tầng trầm tích chứa than thuộc giới Mezozoi - hệ Trias - thống thượng, bạc Nori-Rêti, hệ tầng Hòn Gai ( $T_{3n-r hg}$ ). Trong khu mỏ chỉ gặp các trầm tích thuộc phân hệ tầng Hòn Gai giữa ( $T_{3n-r hg_2}$ ), phát triển và phân bố trên toàn diện tích khu mỏ.

Thành phần, đặc điểm các đá trầm tích bao gồm cuội kết, sạn kết, cát kết, sét kết bột kết và các vỉa than, thuộc phân hệ tầng Hòn Gai giữa ( $T_{3n-r hg_2}$ ) như sau:

+ **Cuội kết:** Cuội kết có màu xám đến xám sáng, thành phần hạt chủ yếu là thạch anh. Các hạt thạch anh tương đối tròn cạnh, đường kính hạt không đều, kích thước hạt thay

đôi từ 2 ÷ 15mm. Xi măng gắn kết là silic dạng cơ sở, đá cấu tạo khối rắn chắc, vết vỡ không bằng phẳng, trong đá có nhiều khe nứt, các khe nứt thường có nhiều vết bám ôxyt sắt màu xám nâu.

+ **Sạn kết:** Là loại đá ít phổ biến trong cột địa tầng, thành phần hạt chủ yếu là thạch anh, silic, kích thước hạt không đều từ 3mm đến 10mm, sắc cạnh, xi măng gắn kết là silic dạng cơ sở. Đá có màu xám sáng, cấu tạo khối rắn chắc.

+ **Cát kết:** Cát kết là loại đá phân bố rộng rãi và phổ biến nhất trong khu vực mỏ, chiếm tỷ lệ trung bình 50% cột địa tầng. Đá có màu xám sáng, xám tro, đến xám tối, thành phần hạt chủ yếu là cát thạch anh, độ hạt biến đổi đều từ mịn đến thô được gắn kết bằng xi măng silic rất bền vững, cấu tạo khối và phân lớp dày. Trong đá thường có ít khe nứt được các mạch thạch anh và ôxyt sắt lấp đầy. Chiều dày biến đổi phức tạp, từ 0,5 m đến 15m, cá biệt có những lớp chiều dày đến 50m duy trì khá liên tục theo cả đường phương và hướng dốc. Các lớp cát kết thường nằm xa vách, trụ các vỉa than.

+ **Bột kết:** Thường phân bố gần vách, trụ các vỉa than, chiếm tỷ lệ trung bình 36% trong địa tầng. Đá có màu xám tro đến xám đen, thành phần chủ yếu là các khoáng vật sét và thạch anh hạt mịn, được gắn kết bằng xi măng silic, cấu tạo dạng phân lớp, gắn kết tương đối rắn chắc. Trong đá có chứa hoá thạch thực vật dạng lá cây bảo tồn tốt. Đôi chỗ có gặp khoáng hoá ôxyt sắt và các mạch thạch anh xuyên cắt. Chiều dày các lớp bột kết biến đổi rất phức tạp, từ 0,3m đến 20m.

+ **Sét kết:** Loại đá này trong khu vực nghiên cứu có màu xám đến xám đen, hạt mịn chiếm tỷ lệ khoảng 4% trong địa tầng. Đá thường nằm trực tiếp ở vách, trụ hoặc kẹp trong các vỉa than. Đá có cấu tạo phân lớp mỏng, bị vỡ thành các mảnh nhỏ, chiều dày lớp biến đổi 0,3m đến 2m, cục bộ có nơi lên đến 5m.

+ **Than:** Các vỉa than thường phân bố liền kề với các lớp đá hạt mịn: bột kết, sét kết và cá biệt là cát kết hạt mịn. Trong cột địa tầng có chứa 13 vỉa than, thứ tự các vỉa từ vỉa 1 đến vỉa 12, có vỉa than phụ là V5a. Các vỉa than phân bố khá gần nhau. Khoảng cách giữa các vỉa than từ 25m đến 125m có khi lớn hơn đến 200m (các vỉa nằm dưới). Các vỉa than có chiều dày mỏng, thường không ổn định đến rất không ổn định. Riêng hai vỉa than V.7 và 9 có chiều dày ổn định, khá duy trì trên toàn diện tích khu mỏ. Nên V.7, 9 được sử dụng làm tầng đánh dấu để đồng danh các vỉa than còn lại.

Than khu mỏ Bãi thải Bắc Cọc Sáu có nhãn hiệu antraxit đến bán antraxit, có màu đen, ánh kim loại, vết vỡ dạng vỏ sò, dạng bậc thang, cấu tạo khối, dòn, dễ vỡ, chiều dày trung bình các vỉa than từ 1,5 đến 5,0m.

## GIỚI CENOZOI (CZ)

### Hệ Đệ tứ (Q)

Các trầm tích Đệ tứ (Q) được phân bố trên toàn diện tích khu mỏ, phủ trên các thành tạo của phân hệ tầng Hòn Gai giữa. Trầm tích Đệ tứ trong khu vực nghiên cứu bao gồm

các loại đất đá có thành phần và nguồn gốc khác nhau, chủ yếu là tàn tích, sườn tích, bồi tích. Thành phần của trầm tích Đệ tứ gồm: cát, cuội, sỏi, sét và những tầng lẫn kích thước khác nhau và vật chất hữu cơ. Chiều dày của lớp trầm tích Đệ tứ thay đổi từ 3 ÷ 6m, trung bình 4m. Dọc theo các bờ suối, thung lũng chiều dày có thể lớn hơn.

Trầm tích Đệ tứ (Q) khu bãi thải Bắc Cọc Sáu hiện nay được phủ bởi tầng đá thải, chỉ còn phần phía Bắc và phía Đông khu mỏ là địa hình nguyên thủy. Qua quan sát thực tế sau mỗi trận mưa lớn ở sườn dốc, taluy đường đất Đệ tứ bị bào mòn tạo thành các mương rãnh, nhiều nơi trượt lở gây trở ngại cho giao thông. Khi xây dựng các công trình trên mặt phục vụ cho khai thác mỏ cần phải gạt bỏ lớp phủ Đệ tứ để bảo đảm an toàn cho công trình xây dựng.

Trong khu vực mỏ Bắc Cọc Sáu thì hầu hết diện tích đều bị phủ bởi lớp đất đá thải. Lớp đất đá thải này nằm phủ lên các trầm tích thuộc hệ Đệ tứ.

Thành phần của đá thải chủ yếu là các loại đá cuội kết, sạn kết, cát kết, bột kết, sét kết được phá vỡ do nổ mìn với các kích thước rất khác nhau sắp xếp rất lộn xộn. Đây là sản phẩm đổ thải trong quá trình khai thác lộ thiên từ năm 1971 đến nay của mỏ Cọc Sáu, Đèo Nai và Cao Sơn. Tầng này chưa ổn định, có nhiều hang hốc nhỏ, vì vậy khi xây dựng các công trình trên bãi thải cần chú ý khả năng sụt lún và độ an toàn công trình. Độ dày của tầng thải từ 100 m đến 350m. Đặc điểm cơ lý của lớp đất đá thải này rất không ổn định và vì thế cũng ảnh hưởng đến các tính chất vật lý khác của đất đá khu mỏ.

### **1.1.3. Đặc điểm địa chất thủy văn**

Trong phạm vi khu vực mỏ, căn cứ theo đặc điểm thành phần đất đá, điều kiện tầng trữ, tính chất chứa và thấm nước, đặc điểm thành phần hoá học của nước, đặc điểm động thái của nước dưới đất, có thể chia ra 3 tầng chứa nước như sau:

*a) Tầng chứa nước lỗ hổng trong trầm tích Đệ tứ và đất đá thải trên mặt (q):*

Cấu thành nên tầng chứa nước này bao gồm các trầm tích hệ Đệ tứ, ở phần dưới là sản phẩm phong hóa của trầm tích chứa than. Thành phần đất đá chủ yếu là sét pha cát, có chiều dày từ 1m đến 5m. Phần trên là tầng đá thải, thành phần gồm các tầng, hòn đá cuội kết, sạn kết, cát kết, bột kết và sét kết với kích thước không đồng đều, sắp xếp rất lộn xộn. Đây là sản phẩm đổ thải trong quá trình khai thác lộ thiên từ năm 1971 đến nay của mỏ Cọc Sáu, Đèo Nai và Cao Sơn tạo nên.

Tầng đá thải này có chiều dày trung bình rất lớn, từ 100 ÷ 250m, có chỗ dày đến 300m. Độ cao trụ tầng đá thải biến đổi từ +50m đến +320 m, trung bình +200m.

Theo tài liệu quan trắc ở các lỗ khoan địa chất thủy văn BCS01, BCS02, BCS12 ... trong quá trình khoan trong tầng đá thải thành lỗ khoan bị sập lở rất mạnh, vách lỗ khoan bị đá nhô, lượng dung dịch bị mất hoàn toàn, phải dùng biện pháp vừa khoan vừa nhồi đất sét trộn với mùn cưa liên tục mới khoan qua được, và phải chống ống ngay sau khi khoan. Do vậy trong quá trình quan trắc địa chất thủy văn ở các lỗ khoan khó phát hiện được mực

nước xuất hiện trong tầng đá thải, mực nước chỉ xuất hiện khi khoan qua tầng đá thải vào tầng đá gốc. Điều đó chứng tỏ tầng đá thải có độ lỗ hổng rất lớn và khả năng cho nước thấm qua lớn. Vào mùa mưa lượng nước mưa rơi trong khu mỏ được tầng đá thải tiếp nhận toàn bộ, sau đó được tập trung vào các hệ thống suối ngầm thoát ra ngoài ở phía Bắc khu mỏ, đồng thời một phần chảy xuống moong Cọc Sáu, một phần cung cấp cho tầng hứá than bên dưới.

Qua kết quả đánh giá về thành phần thạch học và quan sát quá trình khoan thăm dò qua tầng đất đá thải này cho thấy đây là một tầng đất đá khá phức tạp về kích thước hạt, mức độ thấm nước lớn, độ chặt và ổn định của đất đá thay đổi trong phạm vi lớn và là phạm vi tích trữ nước cao, nguy cơ nước chảy vào mỏ lớn.

Nếu thời gian mưa kéo dài lượng nước trong tầng đá thải được giữ lại lâu hơn sẽ là nguy cơ bực nước trong quá trình khai thác than ở tầng phía dưới. Sau khi đổ thải, có những vị trí mực nước ngầm dâng cao, như tại lỗ khoan 159 độ cao tuyệt đối mực nước trước kia là +30,27m, hiện nay cạnh lỗ khoan này có lỗ khoan BCS 01 sâu 425m độ cao tuyệt đối mực nước dưới đất là +70,59m. Điều này chứng tỏ ở điều kiện tầng trữ nước của tầng đá thải rất thuận lợi. Trong phương án thăm dò bổ sung đã thiết kế bơm nước thí nghiệm xác định các thông số ĐCTV trong tầng đá thải ở lỗ khoan BCS01, BCS12 nhưng không thực hiện được vì mực nước nằm rất sâu trong tầng đá thải ở thời điểm đó. Do vậy công tác bơm nước thí nghiệm đã được thay bằng công tác đổ nước ở LK BCS12, Tài liệu đổ nước trong tầng đá thải tại lỗ khoan BCS12 có lưu lượng hấp thu  $q = 0,051\text{l/s/m}$ , hệ số thấm  $K = 0,515\text{m/ng}$ . Đây là những số liệu có tính chất tham khảo bởi vì thông số địa chất thủy văn chính xác nhất cần phải được thực hiện từ những phương pháp thí nghiệm thấm như hút nước thí nghiệm chùm.

*b) Phức hệ chứa nước khe nứt trong trầm tích Hệ Triat - thống thượng, bậc Nori – Reti, Hệ tầng Hòn Gai trên ( $t_3hg_3$ )*

Phức hệ chứa nước khe nứt này được thành tạo từ các tầng chứa nước bao gồm đất đá của các phụ hệ tầng trên, giữa, dưới của hệ tầng Hòn Gai.

*- Tầng chứa nước khe nứt trong trầm tích thuộc phụ hệ tầng Hòn Gai trên ( $t_3hg_3$ ):*

Tầng chứa nước này có chiều dày tương đối nhỏ. Được cấu thành bởi các trầm tích có tướng lòng sông, triền sông, và phân nhị, lớp đất đá hạt mịn, hạt thô nằm xen kẽ nhau.

Nước trong tầng ( $t_3hg_3$ ) có tính chất áp lực cục bộ. Nguồn cung cấp cho tầng nước này chủ yếu là nước mưa, ngấm qua lộ vỉa, các lớp đá nứt nẻ, miền thoát chính là mạng sông suối nhỏ trong khu mỏ.

*- Tầng chứa nước trong trầm tích thuộc phụ hệ tầng Hòn Gai giữa ( $t_3hg_2$ ):*

Tầng chứa nước này bao gồm địa tầng chứa các vỉa than có trong khu mỏ. Thành phần tạo nên tầng chứa nước gồm các lớp đá; cuội kết, sạn kết, cát kết, bột kết, sét kết và



các vỉa than nằm xen kẽ nhau theo theo nhịp trầm tích với quy luật từ hạt thô ở xa vỉa than đến hạt mịn ở gần vỉa than. Do vận động kiến tạo các lớp đá đã tạo thành các nếp lồi, nếp lõm nhỏ, các cánh của nếp uốn có độ dốc biến đổi từ 30 - 55<sup>0</sup>. Theo kết quả quan trắc ở các công trình khoan nhận thấy rằng nước trong tầng này được chứa chủ yếu trong các khe nứt của các lớp đá cát kết, sạn kết và cuội kết. Đối với lớp đá gồm bột kết và sét kết, các khe nứt thường bị lấp nhét bởi sét làm cho các khe nứt không có khả năng chứa nước, được coi là các lớp cách nước.

Các lớp đá cuội kết, sạn kết thường có chiều dày nhỏ, thường tồn tại dạng thấu kính và duy trì trong diện tích hẹp. Các lớp cát kết thường có màu xám sáng, kích thước hạt từ mịn đến thô, khe nứt phát triển, chiều dày biến đổi từ vài mét đến hàng chục mét, có những lớp với chiều dày đến 50m duy trì tương đối liên tục theo đường phương và hướng dốc. Trong các mặt cắt, tỷ lệ đá cát kết và sạn kết chiếm trung bình khoảng 60% tổng chiều dày của địa tầng. Các lớp đá không chứa nước là bột kết, sét kết thường có chiều dày biến đổi từ một vài mét đến hàng chục mét, cấu tạo khối đặc sít, khe nứt kín (bị lấp nhét, kích thước nhỏ), chiếm tỷ lệ trung bình 38% trong địa tầng.

Do đặc điểm trầm tích phân nhịp nên đất đá chứa nước nằm xen kẽ với các lớp đá cách nước nên nước trong phức hệ này là nước có áp, điều này đã được chứng minh ở các lỗ khoan bơm nước thí nghiệm 841, 799, 814<sup>A</sup>, 159 ..., đặc biệt lỗ khoan 843 có mực nước cao hơn mặt địa hình +0,25m.

Kết quả bơm nước thí nghiệm ở các lỗ khoan trong địa tầng cho thấy tỷ lưu lượng lỗ khoan (q) biến đổi 0,00067 ÷ 0,06090 l/s/m, trung bình 0,01029 l/s/m. Hệ số thấm (K) dao động từ 0,00064 ÷ 0,1267m/ng, trung bình 0,01829 m/ng.

Công thức Kurlov thể hiện kết quả phân tích mẫu nước như sau:

$$M_{0,87} \frac{HCO_{49}^3 SO_{34}^4 Cl_{21}}{(Na + K)_{39} Mg_{38} Ca_{29}} pH_{6,6}$$

Loại hình hóa học của nước là Bicacbonat Sunphat Natri-Kali Magie Canxi.

Nước siêu nhạt, rất ít cặn, cặn cứng, nước axit yếu, không sulfat, lượng hấp thu xà phòng 1687,49 g/m<sup>3</sup>.

Kết quả phân tích mẫu nước thể hiện theo công thức Kurlov như sau:

$$M_{0,733} \frac{SO_{45}^4 HCO_{43}^3}{(Na + K)_{41} Mg_{31} Ca_{27}} pH_{7,5}$$

Nước có loại hình Sunphat Bicacbonat Natri-Kali Magie Canxi. Nước nhạt, rất ít cặn, cặn cứng, nước kiềm yếu, nước sulfat, lượng hấp thu xà phòng 2578.66 g/m<sup>3</sup>.

Miền cung cấp chủ yếu là nước mưa, miền thoát là các điểm lộ và thoát ra suối. Nhìn chung tầng chứa nước (t<sub>3hg2</sub>) thuộc loại nghèo nước. Nước trong tầng chủ yếu chứa trong khe nứt của các loại đá cát kết, sạn kết.

## CHƯƠNG 2

**ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG ÁP DỤNG THÍ NGHIỆM SLUGTEST VÀ PNEUMATIC SLUGTEST CHO CÁC LỖ KHOAN KHU VỰC MỎ QUẢNG NINH****2.1. Số liệu thí nghiệm và kết quả tính toán hệ số thấm k****2.2.1. Tại Mỏ Hà Lâm – Hòn Gai – Quảng Ninh**

Đề tài đã lựa chọn thí nghiệm tại lỗ khoan NCHL17 tại mỏ than Hàm Lò. Kết quả đo đạc, kiểm tra lỗ khoan NCHL17 bằng thiết bị camera như sau:

- Lỗ khoan có chiều sâu 545 mét; mực nước tĩnh đo được là 198,2m tính từ miệng lỗ khoan.

- Lỗ khoan được kết cấu với 4 cấp đường kính:

+ Cấp đường kính  $\Phi 146\text{mm}$ : từ 0 – 190m, kết cấu ống chống;

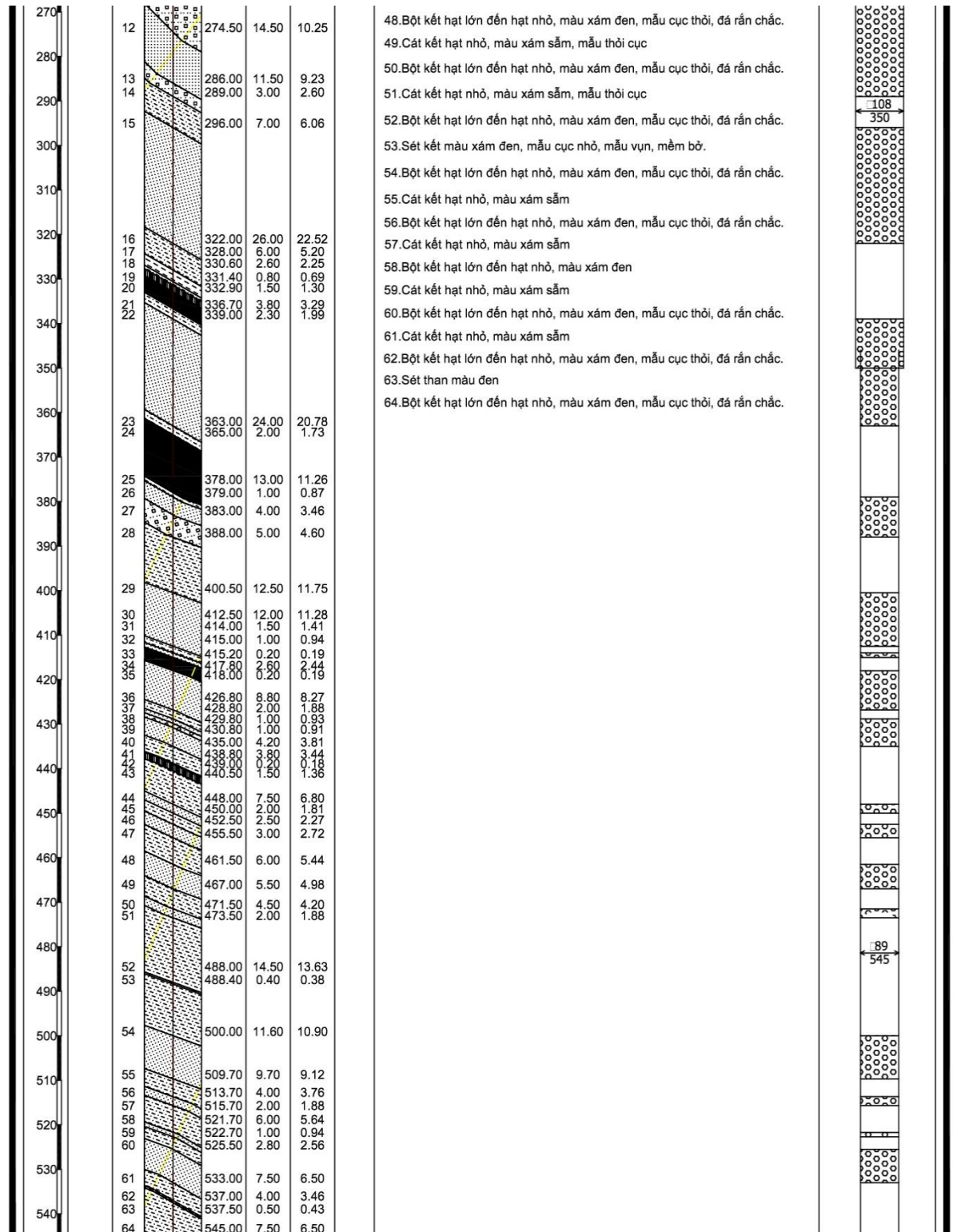
+ Cấp đường kính  $\Phi 127$ : từ 190 – 255m, kết cấu ống chống;

+ Cấp đường kính  $\Phi 108$ : từ 255 – 350m, kết cấu ống lọc;

+ Cấp đường kính  $\Phi 89$ : từ 350 – 545m, kết cấu ống lọc xen kẽ ống chống.

Chi tiết về địa tầng và cấu trúc lỗ khoan NCHL17 như sau (hình 2.1):

Thước tỷ lệ	Tuổi địa chất	Thứ tự lớp	Cột địa tầng	Chiều sâu trụ lớp	Chiều dày lớp	Chiều dày thật	Mức nước tĩnh	Mô tả đất đá	Cấu trúc ống chống
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0									
10								1.Đá thải	□168 57
20								2.Cát kết màu xám, hạt nhỏ đến lớn	
30								3.Bột kết màu xám sẫm	
40								4.Lò cũ gồm bột kết, cát kết xen lẫn than	
50								5.Cát kết hạt nhỏ đến lớn màu xám	
60								6.Sạn kết hạt nhỏ đến lớn	
70								7.Cát kết hạt nhỏ, xám sẫm	
80								8.Bột kết hạt nhỏ đến lớn, màu xám đen	
90								9.Cát kết hạt vừa đến hạt nhỏ, màu xám sẫm, mẫu cục thối, đá cứng giòn.	
100								10.Bột kết hạt nhỏ đến hạt lớn, màu xám đen, mẫu dạng cục.	□146 190
110								11.Cát kết hạt vừa đến hạt nhỏ, màu xám sẫm, mẫu cục thối, đá cứng giòn.	
120								12.Sạn kết hạt nhỏ đến hạt lớn, màu xám sáng	
130								13.Cát kết hạt vừa đến hạt nhỏ, màu xám sẫm, mẫu cục thối, đá cứng giòn.	
140								14.Sạn kết hạt nhỏ đến hạt lớn, màu xám sáng.	
150								15.Bột kết hạt lớn đến hạt nhỏ, màu xám đen, mẫu cục thối.	
160	Q			161.50	161.50	132.29		16.Cát kết hạt nhỏ đến hạt lớn, màu xám sẫm.	
170	T3n-r			166.50	5.00	4.10		17.Bột kết hạt lớn đến hạt nhỏ, màu xám đen, mẫu cục thối	
180				171.00	4.50	3.69		18.Sét kết màu xám đen, mẫu cục vụn, gặp nước mềm dẻo.	
190				181.00	10.00	8.19		19.Bột kết hạt lớn, màu xám đen	
200				189.80	8.80	7.21	198.3	20.Than bản	
210				213.30	23.50	18.07		21.Than cám màu đen, mẫu dạng vụn, ánh kim.	
220				215.00	1.70	1.20		22.Bột kết hạt lớn, màu xám đen, mẫu cục thối.	
230				218.50	3.50	2.47		23.Cát kết hạt nhỏ đến hạt lớn, màu xám sẫm, mẫu thối cục	
240				220.00	1.50	1.06		24.Bột kết hạt lớn, màu xám đen	
250								25.Than cám màu đen, mẫu dạng vụn, ánh kim.	
260								26.Bột kết hạt lớn, màu xám đen, mẫu cục thối	
270								27.Cát kết hạt nhỏ đến hạt lớn, màu xám sẫm	
								28.Sạn kết hạt nhỏ đến hạt lớn, màu xám sáng	
								29.Bột kết hạt nhỏ, màu xám đen, mẫu cục thối, đá cứng chắc.	
								30.Cát kết hạt nhỏ, màu xám sẫm	
								31.Bột kết hạt nhỏ đến lớn, màu xám đen	
								32.Cát kết hạt nhỏ, màu xám sẫm	
								33.Bột kết hạt nhỏ đến lớn, màu xám đen	□127 255
								34.Than cám màu đen, ánh bán kim. Mẫu vụn, bờ rời	
								35.Sét kết màu xám đen, mẫu cục nhỏ, mẫu vụn, mềm bờ.	
								36.Cát kết hạt nhỏ, màu xám sẫm	
								37.Bột kết hạt lớn đến hạt nhỏ, màu xám đen, mẫu cục thối, đá rắn chắc.	
								38.Cát kết hạt nhỏ, màu xám sẫm, mẫu thối cục	
								39.Sạn kết hạt nhỏ đến hạt lớn, màu xám sáng	
								40.Cát kết hạt nhỏ, màu xám sẫm	
								41.Bột kết hạt lớn đến hạt nhỏ, màu xám đen, mẫu cục thối, đá rắn chắc.	
								42.Sét kết màu xám đen, mẫu cục nhỏ, mẫu vụn, mềm bờ.	
								43.Than bản	
								44.Bột kết hạt lớn đến hạt nhỏ, màu xám đen	
				255.00	35.00	24.75		45.Cát kết hạt nhỏ, màu xám sẫm	
				260.00	5.00	3.54		46.Bột kết hạt lớn đến hạt nhỏ, màu xám đen, mẫu cục thối, đá rắn chắc.	
								47.Cát kết hạt nhỏ, màu xám sẫm	
				274.50	14.50	10.25		48.Bột kết hạt lớn đến hạt nhỏ, màu xám đen, mẫu cục thối, đá rắn chắc.	



Hình 2.1 – Cột địa tầng lỗ khoan NCH17

Tại lỗ khoan NCH17 tiến hành thí nghiệm Slgttest và thí nghiệm PST. Từ số liệu thí nghiệm có thể tính toán được hệ số thấm  $k$  như sau:

+ Theo kết quả thí nghiệm Slgttest, hệ số thấm  $k$  có giá trị như sau:

- Đợt 1 :  $K = 0,024$  (m/ng)
- Đợt 2 :  $K = 0,021$  (m/ng)

+ Theo kết quả thí nghiệm Pneumatic Slugtest tính được hệ số thấm k như sau:

- Đợt 1 :  $K = 0,0121$  (m/ng)
- Đợt 2 :  $K = 0,0118$  (m/ng)

Kết quả tính toán thông số ĐCTV tại lỗ khoan NCHL17 được thống kê trong bảng sau (bảng 2.1):

Bảng 2.1. Tổng hợp kết quả tính toán hệ số thấm k tại lỗ khoan NCHL17

STT	Thí nghiệm	Đợt hút nước	Kết quả tính toán hệ số thấm k (m/ng)
1	Slugtest	Thí nghiệm đợt 1	0,024
		Thí nghiệm đợt 2	0,021
<i>Trung bình</i>			<i>0,0225</i>
2	PST	Thí nghiệm đợt 1	0,0121
		Thí nghiệm đợt 2	0,0118
<i>Trung bình</i>			<i>0,0119</i>

Kết quả tính toán hệ số thấm k tại lỗ khoan NCHL17 theo tài thí nghiệm phương pháp Slugtest, cũng như thí nghiệm theo phương pháp PST nhìn chung 2 lần thí nghiệm cho hệ số thấm k gần như nhau. Kết quả hệ số thấm k giữa 2 phương pháp thí nghiệm khác nhau nhưng đều phù hợp với các kết quả thí nghiệm tính toán hệ số thấm k đã công bố trong vùng nghiên cứu.

### 2.1.2. Tại Mỏ Cọc Sáu – Quảng Ninh

Sau khi tiến hành khảo sát thực địa, trên cơ sở điều kiện thực có, đề tài đã lựa chọn thí nghiệm tại lỗ khoan BCS1351 tại mỏ than Cọc Sáu. Lỗ khoan BCS1351 đã tiến hành bơm nước thí nghiệm, hiện tại đang được sử dụng để quan trắc mực nước.

Lỗ khoan nằm trên bãi đổ thải cao hơn mặt đường ô tô khoảng 20-25m, hiện tại, mưa đã làm xói mòn đường dốc đi lên, do đó, việc di chuyển các thiết bị thí nghiệm lên lỗ khoan này là tương đối khó khăn.

Trước khi thí nghiệm đã tiến hành camera lỗ khoan để kiểm tra cấu trúc lỗ khoan BCS1351, lỗ khoan có cấu trúc như sau:

- Lỗ khoan có chiều sâu 593,6 mét; mực nước tĩnh đo được là 198,2m tính từ miệng lỗ khoan.

- Lỗ khoan được kết cấu với 4 cấp đường kính:

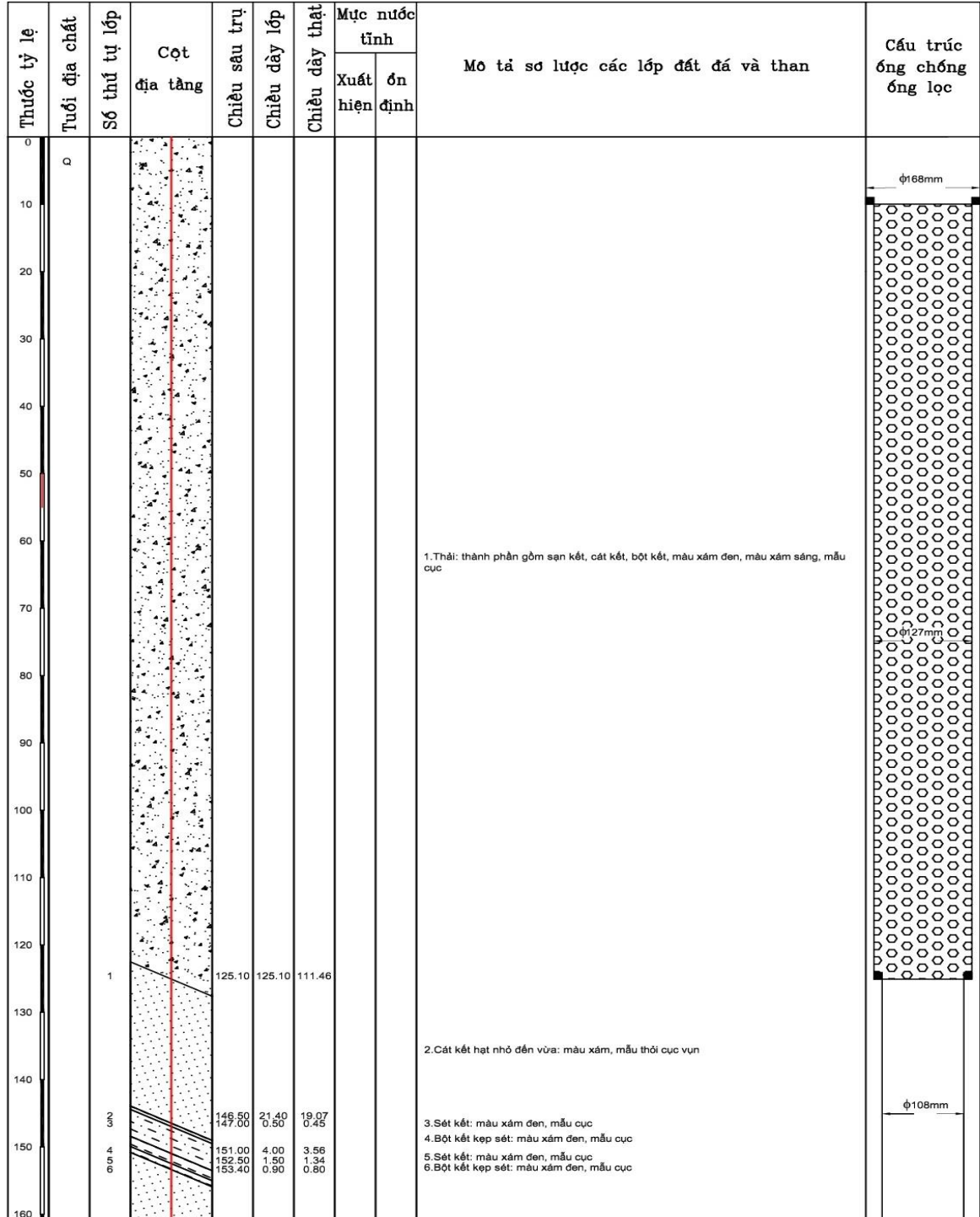
+ Chiều sâu Lỗ khoan: 593,6m

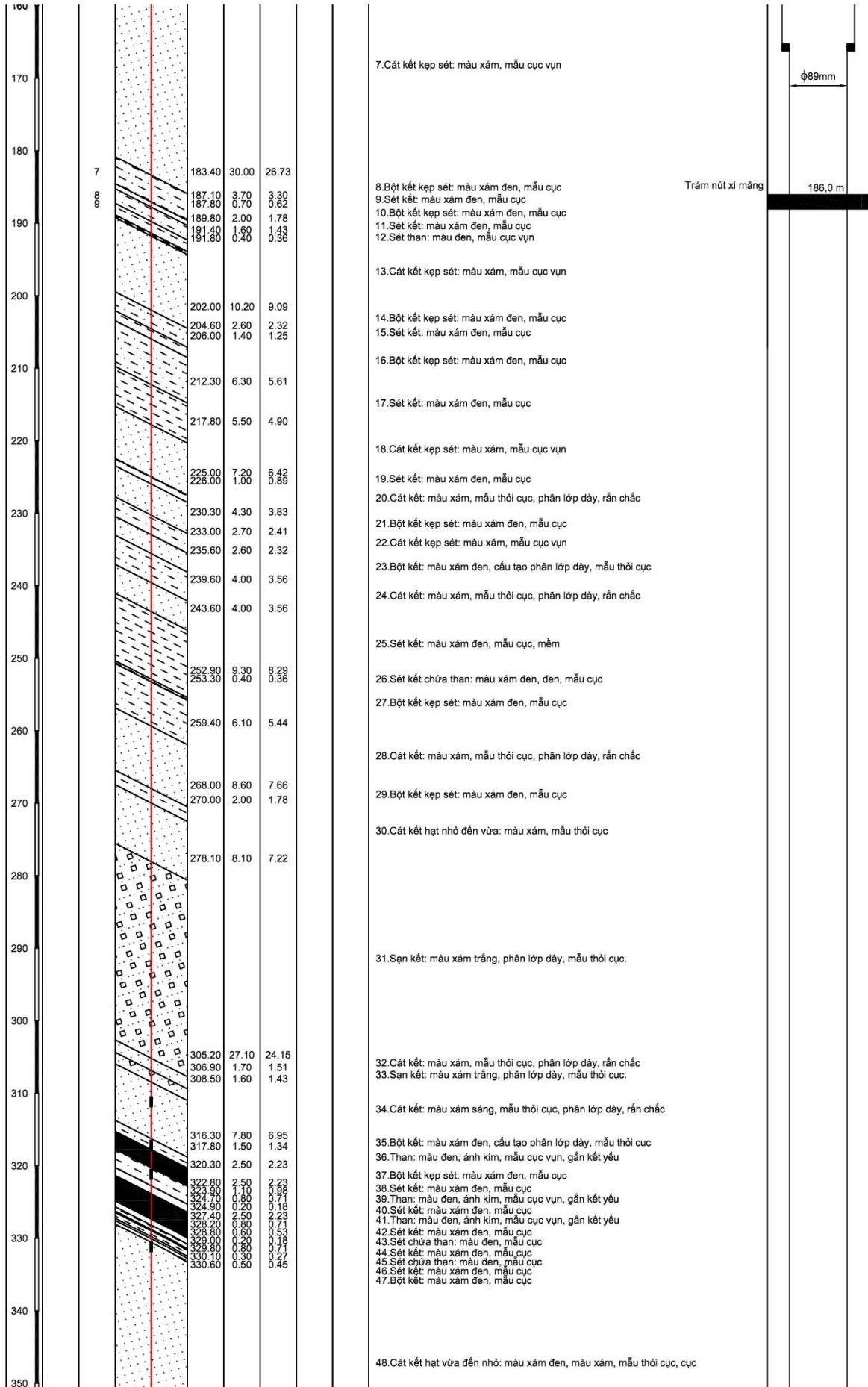
+ Chiều sâu mực nước tĩnh: 114,5m

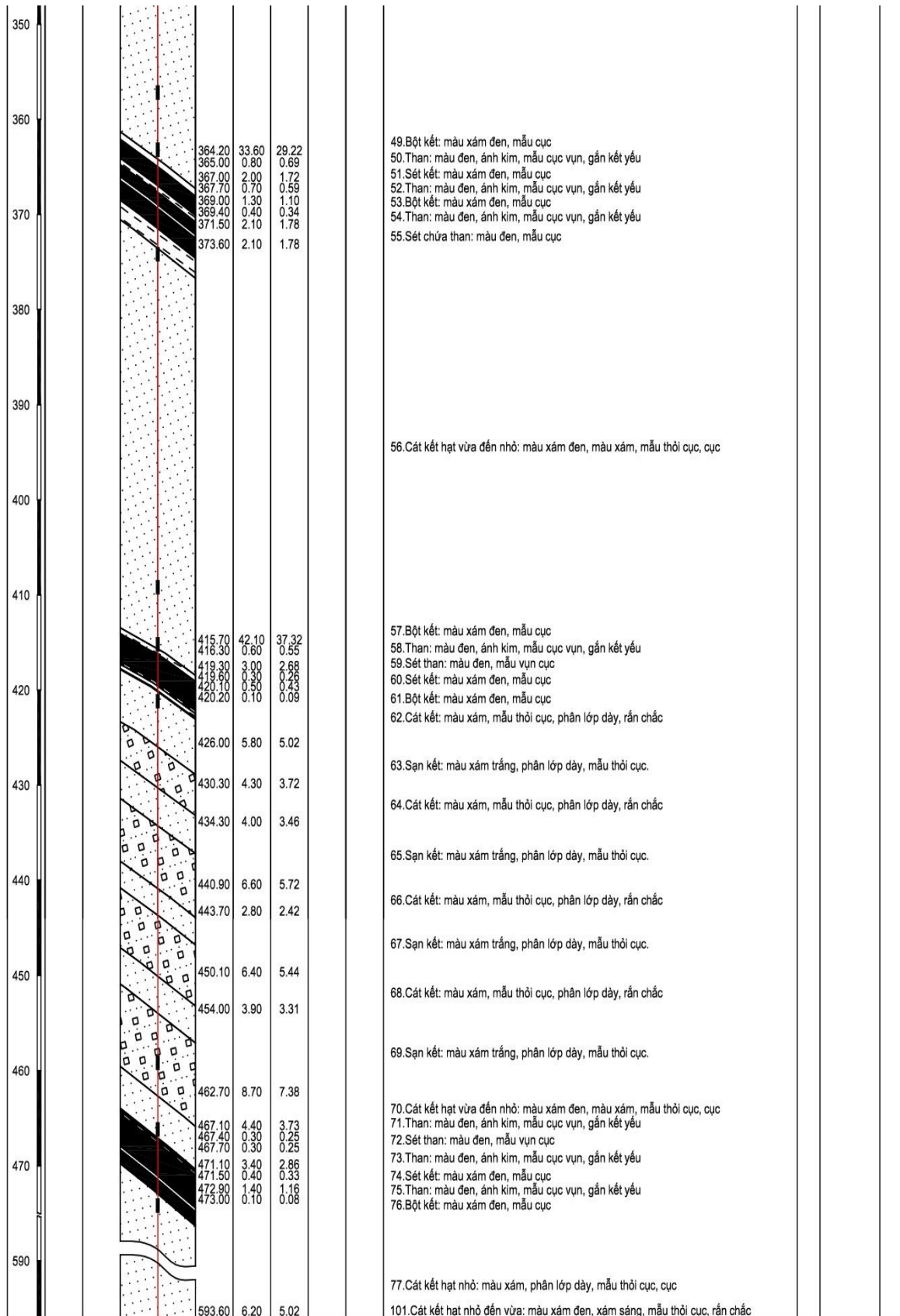
+ Chiều dài ống lọc : 115m, được đặt từ 10 đến 125m

Cột địa tầng và cấu trúc lỗ khoan BCS 1351 được thể hiện như hình dưới đây

(Hình 2.2):







Hình 2.2 - Cột địa tầng và cấu trúc lỗ khoan BCS 1351

+ Tại lỗ khoan BCS1351 đề tài tiến hành thí nghiệm slgtest, kết quả tính toán hệ số thấm k như sau :

- Đợt 1 :  $K = 1,81$  (m/ng)



- Đợt 2 :  $K = 1,71$  (m/ng)

+ Tại lỗ khoan BCS1351 tiến hành thí nghiệm PST, từ kết quả thí nghiệm tại lỗ khoan BCS1351 theo thí nghiệm PST được hệ số thẩm k như sau (bảng 2.2):

- Đợt 1 :  $k = 2,05$  (m/ng)
- Đợt 2 :  $k = 1,89$  (m/ng)
- Đợt 3 :  $k = 0,92$  (m/ng)

***Kết quả tính toán thông số ĐCTV tại lỗ khoan BCS1351***

Bảng 2.2. Tổng hợp kết quả tính toán hệ số thẩm k tại lỗ khoan BCS1351

STT	Thí nghiệm	Đợt hút nước	Kết quả tính toán hệ số thẩm k (m/ng)
1	Slugtest	Thí nghiệm đợt 1	1,81
		Thí nghiệm đợt 2	1,71
<i>Trung bình</i>			<i>1,76</i>
2	PST	Thí nghiệm đợt 1	2,05
		Thí nghiệm đợt 2	1,89
		Thí nghiệm đợt 3	0,92
<i>Trung bình</i>			<i>1,62</i>

Kết quả tính toán hệ số thẩm k tại lỗ khoan BCS1351 theo tài thí nghiệm phương pháp Slugtest nhì chung 2 lần thí nghiệm cho hệ số thẩm k gần như nhau. Thí nghiệm theo phương pháp PST, các kết quả thí nghiệm cũng như tính hệ số thẩm k giữa các lần thí nghiệm khác nhau. Như vậy, các giá trị hệ số thẩm k giữa các lần thí nghiệm có sai số rất lớn. Kết quả tính toán hệ số thẩm k lớn hơn nhiều so với các giá trị tính hệ số thẩm k đã công bố trong tầng chứa nước này tại mỏ Bắc Cọc Sáu.

## **2.2. Đánh giá khả năng áp dụng thí nghiệm Slugtest và Pneumatic Slugtest cho các lỗ khoan khu vực mỏ Quảng Ninh**

### ***2.2.1. Phương pháp thí nghiệm PST và Slugtest***

#### ***a) Nguyên lý phương pháp thí nghiệm PST***

Thí nghiệm PST nhằm nghiên cứu và tính toán hệ số thẩm k của tầng chứa nước, dựa theo nguyên tắc nén khí vào lỗ khoan để làm thay đổi mực nước trong giếng và theo dõi quá trình hồi phục mực nước. Đây là một phương pháp thí nghiệm mới hiện đã được áp dụng phổ biến trên thế giới nhưng chưa từng áp dụng tại Việt Nam, phương pháp này đã thể hiện tính ưu việt so với các thí nghiệm khác nhờ nguyên lý thí nghiệm quan trắc sự

biến đổi mực nước do khí nén mà không cần bơm nước ra khỏi lỗ khoan, kích thước bộ dụng cụ nhỏ gọn và quy trình, thời gian thí nghiệm nhanh chóng, đơn giản.

*b) Nguyên lý thí nghiệm Slugtest*

Thí nghiệm Slugtest xác định hệ số thấm  $k$  của tầng chứa nước bằng phương pháp thả một vật nặng đã được xác định thể tích vào trong lỗ khoan (thanh Slug) nhằm tạo ra một độ chênh mực nước trong lỗ theo dõi quá trình hồi phục mực nước trong giếng nhờ các thiết bị đo đặc tự động (levelogger, transducer) và thủ công (dây đo mực nước). Thí nghiệm Slugtest cũng không phải là phương pháp mới, nhưng mới áp dụng tại Việt Nam khoảng 15 năm

*c) Ưu điểm của thí nghiệm PST và Slugtest:*

+ Về bản chất 2 phương pháp PST và Sgugtest là giống nhau. Cơ sở lý thuyết cũng như phần mềm áp dụng để tính toán hệ số thấm  $k$  là như nhau. Hai phương pháp này áp dụng rất hiệu quả tại những khu vực điều kiện địa hình khó khăn, tầng chứa nước có hệ số thấm nhỏ như các khu vực gần nghĩa trang, bãi rác, đê, đập....

+ Thí nghiệm phương pháp này không cần bơm hay lấy nước từ tầng chứa nước ra khỏi lỗ khoan nên không cần thiết kế hệ thống thoát nước khi tiến hành thí nghiệm như các phương pháp truyền thống bơm nước, đổ nước hay ép nước.

+ Dạng thí nghiệm này khá hiệu quả cho các lỗ khoan có đường kính nhỏ như lỗ khoan quan sát, lỗ khoan quan trắc không thể lắp đặt máy bơm; tốc độ hồi phục mực nước không quá nhanh, thiết bị thí nghiệm nhỏ gọn.

+ Phương pháp thí nghiệm này phù hợp với hầu hết các tầng chứa nước, đặc biệt là các tầng chứa nước có tính thấm trung bình và nhỏ. Tuy nhiên thí nghiệm PST đã khắc phục được hạn chế của phương pháp Slug test sử dụng thanh chiếm chỗ, có thể áp dụng cho các tầng chứa nước có hệ số thấm lớn và các lỗ khoan có đường kính lớn bằng việc sử dụng máy nén khí có công suất phù hợp.

+ Dựa vào các kết quả đo đạc và các phần mềm hỗ trợ ta có thể đưa ra được các dạng đồ thị biểu thị mối quan hệ giữa quá trình hồi phục mực nước theo thời gian, áp dụng các công thức để tính toán hệ số thấm ( $K$ ).

*d) Nhược điểm của thí nghiệm PST và Slugtest*

+ Không thể tiến hành thí nghiệm nếu cấu trúc giếng khoan có dị thường như nứt vỡ hoặc có ống lọc treo

+ Chỉ đánh giá được một vùng nhỏ của tầng chứa nước liền kề với lỗ khoan

+ Chỉ tính toán cho các vị trí của tầng chứa nước mà tại đó lỗ khoan được bố trí ống lọc

+ Kết quả tính toán có thể bị ảnh hưởng bởi vật liệu cát, sỏi chèn của lỗ khoan tại vị trí đặt ống lọc.

### **2.2.2. Đặc điểm mỏ than Quảng Ninh**

+ Theo tài liệu bản đồ địa hình tỷ lệ 1: 5000 năm 1974, địa hình nguyên thủy khu mỏ Quảng Ninh bị chia cắt bởi các thung lũng và khe suối tạo thành hàng loạt các đồi núi cao thấp khác nhau. Nhìn chung địa hình khu vực nghiên cứu thuộc loại đồi núi thấp và thoải, ở trung tâm thấp hơn và cao dần ra bốn phía. Độ cao tuyệt đối nơi thấp nhất +23.00m và nơi cao nhất là +145.00m. Độ dốc các sườn núi từ  $20^0$  đến  $30^0$ . Tuy nhiên, đến hiện tại, hầu hết diện tích khu vực mỏ đã được đổ đất thải khai thác lộ thiên từ các mỏ lân cận, như Khu mỏ Bắc Cọc Sáu là khu vực đổ thải của các mỏ Đèo Nai, Cao Sơn. Địa hình nguyên thủy gần như không còn, thay vào đó là địa hình đổ thải. Độ dày tầng đất đá thải tính đến nay có chỗ cao nhất lên tới 320m so với địa hình nguyên thủy. Với việc phân bố địa hình đổ thải cao hơn so với địa hình nguyên thủy hiện nay việc vận chuyển thiết bị thí nghiệm thăm có trọng tải lớn phục vụ công tác thí nghiệm thăm với các phương pháp truyền thống như bơm thí nghiệm hoặc ép nước thí nghiệm ngày càng khó khăn.

+ Vùng mỏ Quảng Ninh khai thác khoáng sản than, các vỉa than thường phân bố xen kẽ với các lớp đá hạt mịn: bột kết, sét kết và cá biệt là cát kết hạt mịn hệ Triat hệ tầng Hòn Gai. Các thành tạo trầm tích chứa than với chiều dày lớn trên 1.000m, phân bố trên hầu hết diện tích khu mỏ.

+ Với thành phần trầm tích như vậy nên địa tầng chứa than có hệ số thấm nhỏ. Theo kết quả hút nước thí nghiệm ở các lỗ khoan trong địa tầng cho thấy: tỷ lưu lượng lỗ khoan (q) biến đổi  $0,00067 \div 0,06090$  l/s/m, trung bình 0,01029 l/s/m; Hệ số thấm (K) dao động từ  $0,00064 \div 0,1267$  m/ng, trung bình 0,01829 m/ng. Như vậy, tầng Triat hệ tầng Hòn Gai chứa than có hệ số thấm nhỏ.

+ Các khu mỏ khai thác than Quảng Ninh đều định hướng sẽ khai thác mở rộng ngày càng xuống sâu. Do vậy nên các lỗ khoan thăm dò tại mỏ khoan khá sâu tới trên 600m. Mặt khác các lỗ khoan thăm dò của mỏ than đều có đường kính nhỏ (hình 1, hình 2). Mục nước tại các lỗ khoan thăm dò tại các mỏ nằm khá sâu tới 200m.

Chính vì các lý do trên nên cần thiết tiến hành các thí nghiệm xác định hệ số thấm tại các mỏ than bằng thí nghiệm phù hợp với hiện trạng khai thác của mỏ và khắc phục được những nhược điểm của các mỏ thuộc mỏ than Quảng Ninh như hiện nay.

Trên cơ sở các ưu nhược điểm của phương pháp thí nghiệm PST và Slugtest, điều kiện và đặc điểm hiện tại của mỏ than Quảng Ninh mà đề tài đã mạnh dạn tiến hành thử nghiệm thí nghiệm PST và Slugtest tại một số mỏ nhằm tìm ra phương pháp thí nghiệm phù hợp với vùng mỏ than Quảng Ninh.

### **2.2.3. Thí nghiệm tại phương pháp PST và Slugtest tại một số mỏ than Quảng Ninh.**

+ Thí nghiệm tại lỗ khoan NCHL17 có cấu trúc như sau :

+ Chiều sâu Lỗ khoan: 545m

- + Chiều sâu mực nước tĩnh: 198,2m
- + Chiều dài ống lọc: 290m, được đặt từ 255m
- + Thí nghiệm Tại lỗ khoan BCS – 1351 có cấu trúc như sau :
  - + Chiều sâu Lỗ khoan: 593,6m
  - + Chiều sâu mực nước tĩnh: 114,5m
  - + Chiều dài ống lọc : 115m, được đặt từ 10 đến 125m

Từ kết quả thí nghiệm, đặc điểm của tầng chứa nước, trên cơ sở tính của phương pháp Hvorslev, kết quả tính toán hệ số thấm K như sau :

❖ **Lỗ khoan tại mỏ than Hà lâm (NCHL17)**

1. Thí nghiệm PST sử dụng khí nén:

- Đợt 1 :  $K = 0,0121$  (m/ng)
- Đợt 2 :  $K = 0,0118$  (m/ng)

2. Theo tài liệu thí nghiệm Slugtest sử dụng thể tích chiếm chỗ

- Đợt 1 :  $K = 0,024$  (m/ng)
- Đợt 2 :  $K = 0,021$  (m/ng)

❖ **Lỗ khoan tại mỏ than Cọc Sáu (BCS-1351)**

1. Thí nghiệm PST sử dụng khí nén:

- Đợt 1 :  $K = 0,919$  (m/ng)
- Đợt 3 :  $K = 2,048$  (m/ng)
- Đợt 4 :  $K = 1,886$  (m/ng)

2. Theo tài liệu thí nghiệm Slugtest sử dụng thể tích chiếm chỗ

- Đợt 1 :  $K = 1,810$  (m/ng)
- Đợt 2 :  $K = 1,707$  (m/ng)

Từ kết quả thí nghiệm trên cho thấy

1. *Tại lỗ khoan NCH17 (mỏ Hà Lâm) :*

+ Quy trình thí nghiệm PST và slugtest đảm bảo đúng theo yêu cầu kỹ thuật. Lỗ khoan có cấu trúc kín, ống lọc bố trí dưới mực nước tĩnh, bộ dụng cụ thí nghiệm PST được lắp trực tiếp vào thành lỗ khoan. Số liệu thực nghiệm của các thí nghiệm bằng phương pháp PST và slugtest đều phù hợp đường cong lý thuyết của từng phương pháp. Kết quả thí nghiệm PST và thí nghiệm Slugtest có thời gian hồi phục mực nước tại các lần thí nghiệm đều đạt khoảng 30 đến 40 phút. Kết quả tính hệ số thấm K từ 2 thí nghiệm cơ bản giống nhau, phù hợp với các kết quả tính toán hệ số thấm K của các đề tài dự án đã tiến hành trong vùng mỏ Hà Lâm (hệ số thấm thay đổi từ  $0,00064 \div 0,1267$ m/ng, trung bình  $0,01829$ m/ng).

## 2. Tại lỗ khoan BCS1351 tại mỏ than Bắc Cọc Sáu :

+ Kết quả thí nghiệm PST và thí nghiệm Slugtest có thời gian hồi phục khá nhanh từ 1 đến 2 phút. Kết quả thí nghiệm tính hệ số thấm khá lớn, từ 1 đến 2m/ng. Kết quả tính toán hệ số thấm K cao gấp nhiều lần so với kết quả tính toán hệ số thấm công bố bằng phương pháp hút nước thí nghiệm tại vùng mỏ Bắc Cọc Sáu. Hệ số thấm K lớn theo kết quả thí nghiệm xảy ra tại lỗ khoan này do các nguyên nhân sau :

- Cấu trúc lỗ khoan không phù hợp, chiều sâu đặt ống lọc đặt từ 10m đến 125m, đoạn từ 125m đến 593,6m là ống chống. Trong khi đó chiều sâu mực nước tĩnh tại thời điểm thí nghiệm 114,5m, như vậy chiều dài đoạn ống lọc ngập nước chỉ 10,5m, xảy ra hiện tượng ống lọc treo tức ống lọc nằm trên mực nước trong lỗ khoan đến 104,5m. Khi ống lọc treo nằm trên mực nước 104,5m, còn 468,6m là ống chống, chỉ 1 đoạn ống lọc ngắn 10,5m đặt trong tầng chứa nước sẽ ảnh hưởng đến lượng nước từ tầng chứa nước chảy vào lỗ khoan và ảnh hưởng lớn đến sự lưu thông của khí từ máy nén khí. Trong thí nghiệm PST, để loại bỏ ảnh hưởng của đoạn ống lọc treo trên mực nước tĩnh, nhóm nghiên cứu đã sử dụng 140m ống PVC đường kính 60mm để đưa khí xuống lỗ khoan.

- Trong quá trình đo camera lỗ khoan cho thấy một lượng nước khá lớn chảy dọc thành lỗ khoan từ chiều sâu 20m. Trong quá trình thí nghiệm của cả 2 phương pháp Slugtest và PST, không thể ngăn chặn được nước chảy vào lỗ khoan, do đó mực nước hồi phục do nước từ tầng chứa nước và nước thấm rỉ và chảy theo thành lỗ khoan xuống, dẫn đến mực nước trong lỗ khoan khi thí nghiệm hồi phục rất nhanh, làm sai lệch kết quả tính toán dẫn đến hệ số thấm tăng cao.

- Do không thể xác định chính xác lưu lượng nước thấm rỉ vào lỗ khoan trong đới không bão hòa (trên mực nước tĩnh) dẫn đến không thể loại bỏ được sai số trong kết quả tính toán.

## 3. kết quả áp dụng phương pháp PST và Slutest tại các lỗ khoan Đan Phượng Hoài Đức.

Qua các kết quả thí nghiệm xác định hệ số thấm k bằng phương pháp PST và Slugtest tại bãi thí nghiệm Đan Phượng của T.S Nguyễn Bách Thảo cho thấy : các kết quả tính toán được trong các lỗ khoan khá đồng nhất, với sự chênh lệch về kết quả là không lớn (bảng 2.1, bảng 2.2). Chiều sâu hạ thấp mực nước lớn, các quá trình hồi phục mực nước diễn ra với tốc độ nhanh và ổn định. Nhóm nghiên cứu đã tiến hành nén với nhiều cấp áp lực khác nhau và nhận thấy rằng, chiều sâu hạ thấp mực nước tỷ lệ thuận với áp lực nén, tuy nhiên không ảnh hưởng nhiều tới kết quả tính toán hệ số thấm.

*Bảng 2.1: Bảng tổng hợp kết quả tính toán hệ số thấm qua các thí nghiệm sử dụng bộ dụng cụ PST*

Số hiệu lỗ khoan	Kết quả tính toán hệ số thấm (m/s)			
	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Ktb
K19	$4.29 \times 10^{-4}$	$4.46 \times 10^{-4}$	$4.13 \times 10^{-4}$	$4.29 \times 10^{-4}$
K21	$2.53 \times 10^{-4}$	$2.66 \times 10^{-4}$	$2.57 \times 10^{-4}$	$2.58 \times 10^{-4}$
K24	$4.29 \times 10^{-4}$	$4.63 \times 10^{-4}$	$4.7 \times 10^{-4}$	$4.54 \times 10^{-4}$
K30	$2.51 \times 10^{-4}$	$2.41 \times 10^{-4}$		$2.46 \times 10^{-4}$

Đối sánh với các kết quả thu được từ các thí nghiệm Slugtest, bơm hút nước thí nghiệm và phân tích thành phần hạt của các lỗ khoan thuộc chùm lỗ khoan K tại cùng khu vực thí nghiệm (theo Nguyễn Bách Thảo và Phạm Quý Nhân, 2007).

*Bảng 2.2: Tổng hợp so sánh kết quả thí nghiệm xác định hệ số thấm của tầng chứa nước bằng các phương pháp khác nhau tại Đan Phượng, Hà Nội*

Vị trí thí nghiệm	Kết quả thí nghiệm xác định hệ số thấm (m/s)	
Chùm lỗ khoan K và lỗ khoan hút nước T1	Hút nước thí nghiệm	Phân tích thành phần hạt
	$1.28 \times 10^{-4}$	$2.04 \times 10^{-4}$

#### *4. Đánh giá khả năng áp dụng thí nghiệm Slugtest và PST tính toán các thông số địa chất thủy văn*

- Tại vùng mỏ than Quảng Ninh phương pháp thí nghiệm Slugtest và PST có thể áp dụng hiệu quả cho các lỗ khoan có chiều sâu mực nước lớn hơn 200m và có kết cấu kín, ống lọc bố trí dưới mực nước ngầm.

- Đối với các lỗ khoan có kết cấu các đoạn ống lọc phía trên mực nước ngầm và không có nước thấm rỉ vào lỗ khoan qua đoạn ống lọc treo thì vẫn có thể tiến hành thí nghiệm Slugtest và PST sử dụng giải pháp đưa khí xuống lỗ khoan bằng ống PVC lồng bên trong lỗ khoan, đặt sâu hơn mực nước ngầm từ 5-10m. Giải pháp này chỉ phù hợp với các lỗ khoan có mực nước không quá lớn (<150m), cấu trúc lỗ khoan không cong, xiên.

- Đối với các lỗ khoan có kết cấu ống lọc trên mực nước ngầm và có nước thấm rỉ vào lỗ khoan từ đới chưa bão hòa sẽ không thể áp dụng phương pháp thí nghiệm Slugtest và PST do không loại bỏ được sai số gây ra bởi lượng nước chảy vào lỗ khoan.

- Đối với các lỗ khoan tại bãi giếng Đan Phượng Hà Nội: Qua kết quả tính toán hệ số thấm của các thí nghiệm có thể thấy kết quả thu được từ thí nghiệm lần đo khá ổn định,

sự chênh lệch giá trị hệ số thấm không lớn, sự biến đổi mực nước trong quá trình thí nghiệm rất ổn định. Đối sánh với kết quả của các nghiên cứu có trước, có thể thấy sự sai lệch giữa các giá trị của thí nghiệm thấm PST và các thí nghiệm khác là rất nhỏ, độ tin cậy cao.

## **KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ**

Hiện nay có nhiều thí nghiệm xác định hệ số thấm k, tại Việt Nam vẫn phổ biến sử dụng phương pháp hút nước thí nghiệm như hút nước thí nghiệm đơn, thí nghiệm chùm... hoặc tiến hành thí nghiệm ép nước, đổ nước tùy vào từng điều kiện địa chất thủy văn thực tế. Tuy nhiên, các phương pháp thí nghiệm này đều khá tốn kém, đặc biệt là phương pháp thí nghiệm hút nước, thời gian thí nghiệm thường kéo rất dài, nên có thể bị ảnh hưởng của yếu tố thời tiết, nhiều trường hợp gần đê thủy lợi, hoặc gần nghĩa trang, bãi rác...việc tiến hành thí nghiệm hút nước là khó khăn do ảnh hưởng đến môi trường.

Tại các vùng khai thác mỏ khoáng sản việc xác định hệ số thấm k phục vụ tháo khô các mỏ khoáng sản là hết sức cần thiết. Tuy nhiên tại các mỏ như mỏ than Quảng Ninh, đất đá chứa nước nằm xen với các thân quặng thường có hệ số thấm nhỏ, mực nước dưới đất nằm khá sâu, các lỗ khoan thăm dò và thí nghiệm có đường kính nhỏ, do vậy việc sử dụng lỗ khoan để tiến hành thí nghiệm theo phương pháp hút nước gây khó khăn.

Để giải quyết vấn đề trên đề tài đã thử nghiệm xác định hệ số thấm k bằng 2 phương pháp thí nghiệm Slugtest và Pneumatic Slugtest tại 2 vùng mỏ Quảng Ninh, kết quả thí nghiệm xác định hệ số thấm k như sau:

+ Tại mỏ than Hà Lâm Hòn Gai Quảng Ninh: Tiến hành thí nghiệm tại lỗ khoan NCHL17. Hệ số thấm k theo phương pháp slugtest thay đổi từ 0,021 đến 0,025 m/ng, trung bình 0,0225; theo phương pháp PST hệ số thấm thay đổi từ 0,0118 đến 0,0121 m/ng, trung bình 0,0119 m/ng. Nhìn chung kết quả thí nghiệm tính toán hệ số thấm k tại lỗ khoan này theo 2 phương pháp gần như nhau, phù hợp với kết quả tính toán hệ số thấm k vùng mỏ Hà Lâm đã công bố.

+ Tại mỏ than Bắc Cọc sáu – Cẩm phả Quảng Ninh. Tiến hành 2 phương pháp thí nghiệm tại lỗ khoan BCS1351, kết quả tính toán hệ số thấm k theo 2 phương pháp như sau:

Phương pháp slugtest có hệ số thấm k thay đổi từ 1,71 đến 1,81 m/ng, trung bình 1,76 m/ng. Phương pháp PST có hệ số thấm thay đổi từ 0,92 đến 2,05 m/ng, trung bình 1,62. Nhìn chung kết quả thí nghiệm tại mỏ than Bắc Cọc Sáu cho kết quả khác nhau khá nhiều từ cả các lần thí nghiệm trong từng phương pháp và các kết quả đã tính toán hệ số thấm k trước đó vùng mỏ than Cọc Sáu.

Trên cơ sở cấu trúc lỗ khoan, đặc điểm tầng chứa nước, kết quả tính toán hệ số thấm k như trên có thể thấy:

- Tại vùng mỏ than Quảng Ninh phương pháp thí nghiệm Slugtest và PST có thể áp dụng hiệu quả cho các lỗ khoan có chiều sâu mực nước lớn hơn 200m và có kết cấu kín, ống lọc bố trí dưới mực nước ngầm.



- Đối với các lỗ khoan có kết cấu các đoạn ống lọc phía trên mực nước ngầm và không có nước thấm rỉ vào lỗ khoan qua đoạn ống lọc treo thì vẫn có thể tiến hành thí nghiệm Slugtest và PST sử dụng giải pháp đưa khí xuống lỗ khoan bằng ống PVC lồng bên trong lỗ khoan, đặt sâu hơn mực nước ngầm từ 5-10m. Giải pháp này chỉ phù hợp với các lỗ khoan có mực nước không quá lớn ( $<150\text{m}$ ), cấu trúc lỗ khoan không cong, xiên.

- Đối với các lỗ khoan có kết cấu ống lọc trên mực nước ngầm và có nước thấm rỉ vào lỗ khoan từ đời chưa bão hòa sẽ không thể áp dụng phương pháp thí nghiệm Slugtest và PST do không loại bỏ được sai số gây ra bởi lượng nước chảy vào lỗ khoan.

Như vậy, thí nghiệm PST và Slugtest nhằm nghiên cứu và tính toán các thông số của tầng chứa nước, dựa theo nguyên tắc nén khí vào lỗ khoan để làm thay đổi mực nước trong giếng và theo dõi quá trình hồi phục mực nước. Đây là một phương pháp thí nghiệm mới hiện đã được áp dụng phổ biến trên thế giới nhưng chưa từng áp dụng tại Việt Nam, phương pháp này đã thể hiện tính ưu việt so với các thí nghiệm khác nhờ nguyên lý thí nghiệm quan trắc sự biến đổi mực nước do khí nén mà không cần bơm nước ra khỏi lỗ khoan, kích thước bộ dụng cụ nhỏ gọn và quy trình, thời gian thí nghiệm nhanh chóng, đơn giản. Từ các thí nghiệm cụ thể tại các vùng khác nhau có thể thấy thí nghiệm PST và Slugtest hoàn toàn có thể áp dụng thí nghiệm xác định thông số Địa chất thủy văn tại các vùng tài Việt Nam.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. American Society of Standards and Methods (ASTM), 2007a. D7242 Standard Practice for Field Pneumatic Slug Test (Instantaneous Change in Head); D4044, 1991, Standard Test Method (Field Procedure) for Instantaneous Change in Head (Slug Tests) for Determining Hydraulic Properties of Aquifers, v. 04.08.
- [2]. Bouwer, Herman, (1989). The Bouwer and Rice Slug Test – An Update: *Groundwater*.  
Brown, David L., Narasimhan T. N. (1995). An evaluation of the Bouwer and Rice method of slug test analysis: *Water Resources Research*.  
Butler, James J. Jr. (1998). The Design, Performance, and Analysis of Slug Tests: *Lewis Publishers*. .
- [3] Lê Kính Đức và nnk, 1978. *Báo cáo kết quả công tác chỉnh lý bản đồ địa chất bề than Quảng Ninh tỷ lệ 1: 25.00*, Tổng cục địa chất, Hà Nội.
- [4]. Nguyễn Bách Thảo, Phạm Quý Nhân, Flemming Larsen (2007) Xác định hệ số thấm bằng thí nghiệm slugtest trong lỗ khoan đường kính nhỏ; Tạp chí Khoa học-Kỹ thuật Mỏ-Địa chất (số 20)
- [5]. Nguyễn Bách Thảo và n.n.k. Nghiên cứu ứng dụng bộ thiết bị slug test sử dụng khí nén (pneumatic slug test) xác định hệ số thấm của tầng chứa nước lỗ hổng và trầm tích đáy sông. Tuyển tập Hội nghị khoa học toàn quốc Địa kỹ thuật và xây dựng phục vụ phát triển bền vững. 2019.
- [6]. Nguyễn Bách Thảo, Phạm Quý Nhân, Đặng Đình Phúc - Ứng dụng mô hình cột thấm xác định các thông số địa chất thủy văn; Tạp chí Khoa học-Kỹ thuật Mỏ-Địa chất; 2005;
- [7] Ngô Văn Thứ và nnk, 1971. *Báo cáo kết quả thăm dò đề án sử dụng kết quả mẫu thể trọng lớn của báo cáo thăm dò khu Bãi thải Bắc Cọc 6 thuộc mỏ than Cẩm Phả Quảng Ninh*.
- [8] Nguyễn Hoàng Huân và nnk (2011), *Báo cáo kết quả tổng hợp tài liệu, tính lại trữ lượng và chuyển đổi cấp trữ lượng và cấp tài nguyên than khu mỏ Bắc Cọc Sáu, thị xã Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh*.
- [9] Phạm Tuấn Anh và nnk, 2015. *Báo cáo tính trữ lượng trong ranh giới Dự án khai thác hầm lò từ mức -150m đến -400m mỏ than Mạo Khê, thị xã Đông Triều, tỉnh Quảng Ninh, Hà Nội*
- [10] Đỗ Chí Uy và nnk, 1970. *Báo cáo thăm dò tỷ mỷ Mạo Khê mức cao - 400m*”, Đoàn Địa chất thăm dò 2A - Tổng cục Địa chất
- [11] PGS.TS Nguyễn Khắc Vinh và nnk, 2011. *Báo cáo phân chia nhóm mỏ, xác định mạng lưới công trình thăm dò hợp lý dưới mức -300m tại các mỏ/khoáng sàng than vùng Quảng Ninh*.
- [12] Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2007. Quyết định về việc ban hành Quy định về thăm dò, phân cấp trữ lượng và tài nguyên than, số 25/2007/QĐ-BTNMT ngày 31/12/2007.