

## Ứng dụng khoan ngang định hướng HDD trong thi công hệ thống đường ống hạ tầng kỹ thuật tại các đô thị ở Việt Nam

Vũ Minh Ngạn<sup>1\*</sup>, Phạm Đức Thọ<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Trường Đại học Mở - Địa chất

### TÓM TẮT

Sự phát triển của công nghệ và gia tăng dân số tại các khu đô thị dẫn đến nhu cầu lớn trong thi công lắp đặt các đường ống kỹ thuật. Trên thế giới, công nghệ khoan ngang định hướng HDD hiện đang được sử dụng phổ biến để thi công lắp đặt hệ thống đường ống kỹ thuật tại các khu vực đô thị đã hình thành và ổn định nhằm giảm ảnh hưởng đến môi trường xung quanh, cuộc sống của dân cư và các công trình hiện hữu. Bài báo giới thiệu công nghệ khoan ngang định hướng HDD trong xây dựng đường ống kỹ thuật trong các đô thị và ứng dụng tại một số dự án trong các đô thị ở Việt Nam. Qua đó, nghiên cứu rút ra một số nhận xét cho công tác thiết kế và thi công hệ thống đường ống kỹ thuật bằng công nghệ khoan ngang định hướng tại Việt Nam trong tương lai.

*Từ khóa:* Khoan ngang định hướng; khoan ngầm; đường ống kỹ thuật; hạ tầng đô thị

### 1. Đặt vấn đề

Sự phát triển của công nghệ kỹ thuật và sự tăng trưởng dân số tại các khu đô thị dẫn đến việc thường xuyên phải thi công lắp đặt mới và bổ sung các hệ thống đường ống hạ tầng kỹ thuật như hệ thống cấp viễn thông, đường ống cấp thoát nước....Việc xây dựng hệ thống đường ống kỹ thuật, đặc biệt là hệ thống đường ống kỹ thuật có đường kính nhỏ trong khu vực đô thị vì thế là yêu cầu cấp bách để phát triển bền vững các thành phố hiện đại trên thế giới cũng như tại Việt Nam. Đối với các khu đô thị đã xây dựng và hoàn thiện hạ tầng thì việc thi công lắp đặt bổ sung các đường ống rất khó khăn và gây nhiều phiền phức cho dân cư cũng như giao thông.

Phương pháp khoan ngang định hướng là một công nghệ thi công xây lắp các đường ống có nhiều ưu điểm khi thi công trong các khu vực đô thị chật hẹp, đông dân cư, có mật độ giao thông dày đặc, những khu vực nhạy cảm về môi trường, khó khăn về địa hình và địa chất (Sarireh và nnk, 2012; Willoughby, 2005). So với các phương pháp thi công hệ thống đường ống kỹ thuật khác như phương pháp đào hở hay phương pháp khoan kích ngầm pipejacking đòi hỏi diện tích thi công trên bề mặt lớn, ảnh hưởng đến giao thông cũng như phần nào gây lún trên bề mặt và một số rủi ro khi thi công như tại dự án xây dựng hệ thống tuyến ống cấp nước sạch TP Hồ Chí Minh, phương pháp khoan ngang định hướng HDD gần như không gây ảnh hưởng đến môi trường đất và gây lún bề mặt cũng như không yêu cầu mặt bằng cho giếng thi công. Ngoài ra, phương pháp khoan ngang định hướng cho phép khoan các đường ống với các tuyến bao gồm các đoạn cong với bán kính cong đa dạng.

Bài báo giới thiệu những khái niệm cơ bản về công nghệ thi công khoan ngang định hướng HDD để lắp đặt đường ống kỹ thuật trong các khu đô thị. Nghiên cứu cũng nêu một số trường hợp ứng dụng công nghệ thi công này tại các dự án thi công lắp đặt hệ thống cấp thoát nước, hệ thống đường ống kỹ thuật tại Việt Nam. Trên cơ sở đó, các tác giả đã rút ra các ưu điểm của phương pháp thi công khoan ngang định hướng và một số hạn chế cần khắc phục nhằm áp dụng công nghệ này phổ biến hơn trong các dự án cơ sở hạ tầng của Việt Nam trong tương lai gần.

### 2. Công nghệ thi công khoan ngang định hướng HDD

Công nghệ khoan ngang định hướng được sử dụng đầu tiên tại Mỹ khi thi công đường ống dẫn kỹ thuật trong lĩnh vực dầu khí từ những năm 70 của thế kỷ trước. Công nghệ này hiện đã và đang tiếp tục phát triển trong thi công các đường ống dẫn dầu, gas, và đặc biệt ứng dụng trong khai thác dầu từ đá phiến trong thời gian gần đây.

\* Tác giả liên hệ  
Email: vuminhngan@humg.edu.vn

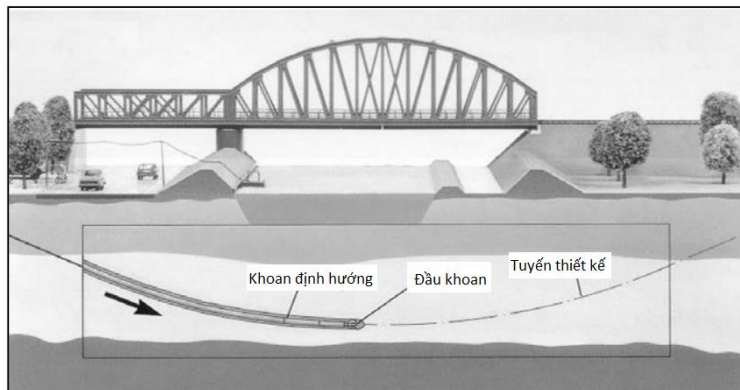
Ngày nay, công nghệ khoan ngang định hướng không chỉ sử dụng trong các dự án dầu khí mà còn được mở rộng áp dụng cho thi công các đường ống kỹ thuật trong các khu vực đô thị như thi công lắp đặt các hệ thống cáp viễn thông, hệ thống cáp điện, hệ thống đường ống cấp nước tự chảy.... Đặc biệt với hệ thống cấp thoát nước, công nghệ khoan ngang định hướng đã thể hiện ưu việt trong việc thi công tại các địa điểm có địa hình khó khăn, đông dân cư và với hiệu quả kinh tế vượt trội. Công nghệ khoan ngang định hướng cho phép khoan các đường ống có đường kính từ 75mm đến 1500 mm với chiều sâu tùy ý, chiều dài khoan được mỗi lần có thể tới 4.000 m phụ thuộc vào tính năng của thiết bị. Tại nước ta, công nghệ này hiện mới bắt đầu được sử dụng trong một số các dự án dầu khí và xây dựng hạ tầng kỹ thuật.

Hình 1 mô tả thiết bị khoan ngang định hướng HDD hiện đang sử dụng tại một số dự án tại Việt Nam với kích thước nhỏ gọn và thuận lợi trong di chuyển thi công.



Hình 1. Thiết bị khoan ngang định hướng HDD

### 2.1. Các bước thi công khoan ngang định hướng HDD



Hình 2. Giai đoạn 1- Khoan ngang định hướng theo tuyến thiết kế



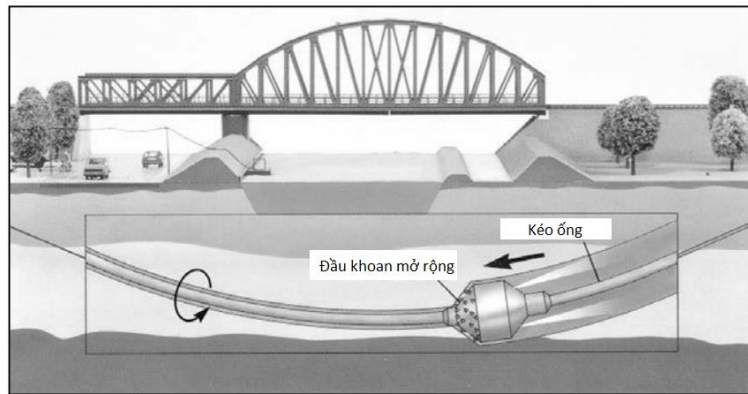
Hình 3. Đầu khoan có kết hợp với tia phun trong khoan ngang định hướng

Về mặt nguyên lý thi công, công tác thi công khoan ngang định hướng HDD bao gồm 3 giai đoạn chính:

- Giai đoạn 1: Khoan định hướng tuyến ống

Trong giai đoạn này, tiến hành khoan định hướng bằng đầu khoan kích thước nhỏ theo tuyến ống thiết kế ban đầu (Hình 2). Thiết bị khoan sẽ bao gồm đầu khoan và hệ thống bơm dung dịch khoan. Trong quá trình khoan định hướng, dung dịch khoan (thường là bentonite) được bơm liên tục qua hệ thống cung cấp dung dịch khoan được bố trí trên mặt bằng thi công. Dung dịch khoan có tác dụng vận chuyển vật liệu đất đào và giữ ổn định thành hố khoan. Quá trình khoan định hướng tuyến ống sẽ được kết hợp với hệ thống định vị để kiểm soát đường đi của mũi khoan theo đúng tuyến ống đã được thiết kế qua thiết bị định vị được đặt trong đầu khoan. Thiết bị này cho phép xác định được độ sâu đang khoan, góc quay và góc nghiêng của đầu khoan. Khi thi công trong những điều kiện địa hình phức tạp như dưới lòng sông, hồ, hệ thống phát tín hiệu sẽ kết hợp với các thiết bị định vị vệ tinh để xác định vị trí của đầu khoan.

Thi công khoan ngang định hướng trong điều kiện đất yếu tại các đô thị lớn ở Việt Nam như Hà Nội và TP Hồ Chí Minh nên sử dụng đầu khoan có tia phun như trên Hình 3 khi kết hợp việc khoan cắt đất và sử dụng phun chất lỏng với áp lực lớn để phá các liên kết của đất phía trước đầu khoan.

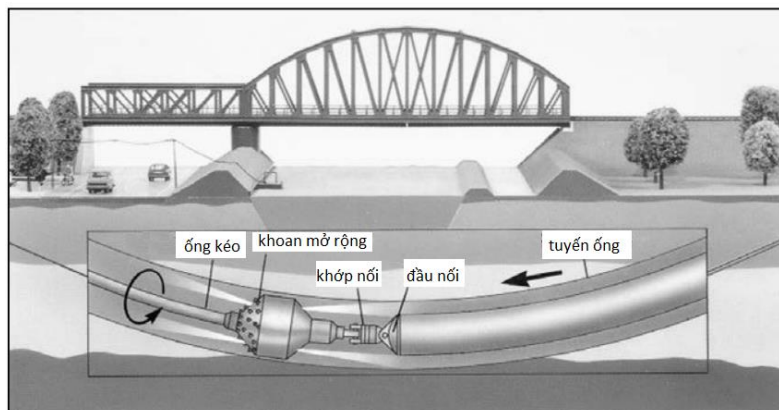


Hình 4. Giai đoạn 2-Thi công khoan mở rộng lòng đường ống

- Giai đoạn 2: khoan mở rộng lòng ống

Kết thúc giai đoạn 1, tại phía công trường bên nhận đầu khoan, đầu khoan mở rộng được lắp để tiến hành khoan mở rộng tuyến ống đã được khoan từ giai đoạn trước (Hình 4). Trong giai đoạn này, dung dịch khoan tiếp tục được bơm vào nhằm giữ ổn định thành tuyến ống.

Giai đoạn này có thể tiến hành khoan mở rộng nhiều lần tùy thuộc vào đường kính tuyến ống.



Hình 5. Giai đoạn 3- Thi công khoan mở rộng lòng tuyến ống và kéo tuyến ống

- Giai đoạn 3: Lắp đặt đường ống.

Tại giai đoạn này tiến hành kéo và lắp đặt đường ống như trên Hình 5. Đường ống hoàn thiện được lắp dựng sẵn tại phía công trường bên đối diện vị trí đặt máy thi công, tại điểm ra của khoan định hướng và được máy thi công HDD kéo qua tuyến ống đã được hình thành từ giai đoạn 2 - khoan mở rộng về phía điểm bắt đầu khoan. Trong giai đoạn này, phía đầu ống vẫn tiếp tục sử dụng đầu khoan mở rộng kết hợp với bơm dung dịch khoan nhằm giảm ma sát thành ống khi kéo và giữ ổn định thành tuyến ống. Sau khi kéo đường ống đến điểm bắt đầu khoan thì đường ống đã được lắp đặt hoàn toàn.

## 2.2. Xác định một số thông số chủ yếu trong công nghệ thi công khoan ngang định hướng HDD

Khi tiến hành thiết kế và thi công công nghệ khoan ngang định hướng HDD thì các thông số cần thiết trong thiết kế và thi công cần xác định bao gồm: bán kính cong nhỏ nhất của tuyến ống, áp lực dung dịch khoan và lực kéo tuyến ống. Bài báo này tổng hợp cách xác định các thông số trên theo kinh nghiệm thiết kế và thi công trên thế giới, bao gồm:

Áp lực dung dịch sử dụng trong khoan ngang định hướng được xác định theo lý thuyết không gian mở được đề cập trong Yu (2013). Trong đó các giá trị áp lực dung dịch lớn nhất được xác định với các điều kiện xảy ra đầy trời trong các nghiên cứu của Broere (2001) và Vũ Minh Ngạn và nnk (2015). Áp lực dung dịch nhỏ nhất phụ thuộc vào đường kính tuyến ống, chiều sâu và chiều dài khoan và các thành phần dung dịch khoan và được xác định theo công thức sau:

$$p_{\text{khoan}} = \Delta p_{\text{khoan}} + \rho_{\text{dd}} g h_z \quad (1)$$

Trong đó  $p_{\text{khoan}}$  là áp lực khoan(kPa),  $\Delta p_{\text{khoan}}$  là tổn thất áp lực(kPa),  $\rho_{\text{dd}}$  là tỷ trọng dung dịch khoan,  $g$  là gia tốc trọng trường,  $h_z$  là chiều cao cột nước tại vị trí khoan (m).

Về bán kính cong nhỏ nhất của tuyến ống, cho đến nay chưa có một nghiên cứu lý thuyết nào chỉ ra cách xác định thông số này. Tuy nhiên, bán kính cong nhỏ nhất thường được xác định trên các dữ liệu và các kinh nghiệm thi công. Theo Ruhrgas AG, bán kính cong nhỏ nhất được xác định theo đường kính cong ngoài của đường ống theo công thức sau:

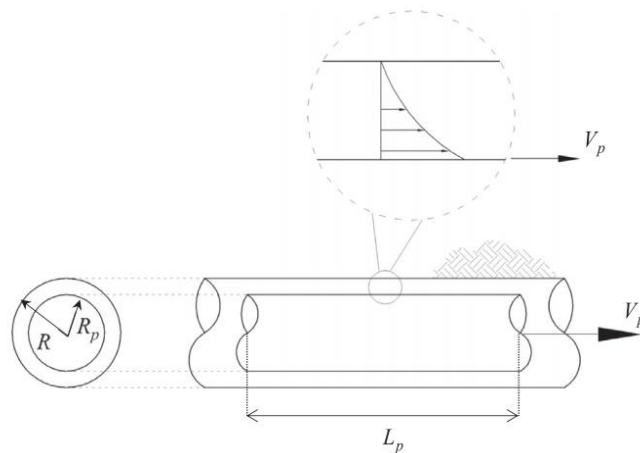
- Với các ống có đường kính nhỏ hơn 700mm:

$$R_{\text{min}} = 1000 \times D_{\text{ngoài}} \quad (2)$$

- Với các ống có đường kính lớn hơn 700mm:

$$R_{\text{min}} = 1400 \times \sqrt{D_{\text{ngoài}}^3} \quad (3)$$

Trong đó  $R_{\text{min}}$  là bán kính cong nhỏ nhất (m),  $D_{\text{ngoài}}$  là đường kính ngoài của đường ống (m)



Hình 6. Xác định các thông số thi công khoan ngang định hướng HDD

Thành phần lực kéo được xác định theo công thức kinh nghiệm trong tiêu chuẩn ASTM F1962 (Hình 6) như sau:

$$V_p = \Delta P \frac{\pi(R^2 - R_p^2)}{2} \quad (4)$$

Trong đó,  $R$  là đường kính hố khoan (m),  $R_p$  là đường kính đường ống (m),  $\Delta P$  là áp lực thủy động, thường lấy bằng 70kPa.

## 3. Ứng dụng công nghệ khoan ngang định hướng tại Việt Nam

Xây dựng hệ thống đường ống kỹ thuật, đặc biệt là hệ thống đường ống kỹ thuật có đường kính nhỏ trong khu vực đô thị là yêu cầu cấp bách để phát triển bền vững các thành phố hiện đại trên thế giới cũng như tại Việt Nam. Đối với các khu đô thị đã xây dựng và hoàn thiện hạ tầng thì việc thi công lắp đặt bổ sung các đường ống rất khó khăn và gây nhiều phiền phức cho dân cư cũng như giao thông. Bên cạnh đó, mặt bằng để thi công lắp đặt bằng các phương pháp đào hào, hay khoan kích ngầm là rất khó.

Tại Việt Nam, công nghệ khoan ngang định hướng mới được áp dụng trong khoảng thời gian 10 năm gần đây trong lĩnh vực thi công các công trình hạ tầng kỹ thuật. Về thi công các đường ống phục vụ công

trình hạ tầng cơ sở, cho đến nay công nghệ khoan ngang đã được triển khai thi công ở một số công trình như khoan qua đường băng ở Sân bay Quốc tế Nội Bài, khoan qua đường Hùng Vương (quận Ba Đình, Hà Nội) và đã cho kết quả tốt.

Có thể chia ra một số ứng dụng của khoan ngang định hướng tại Việt Nam theo phạm vi như sau:

- Thi công các công trình dự án hạ tầng kỹ thuật như hệ thống cấp nước, thoát nước thải thành phố;
- Thi công các công trình đường ống băng qua đường, qua khu dân cư đông đúc;
- Thi công các công trình dầu khí bao gồm hệ thống đường ống dẫn dầu, gas.

Dự án thoát nước thải thành phố Hưng Yên là một trong những dự án cho thấy tính ưu việt của phương pháp thi công khoan ngang định hướng trong việc lắp đặt các đường ống kỹ thuật.



Hình 7. Thi công kéo ống HDD tại Dự án thoát nước thải thành phố Hưng Yên

Dự án có tổng chiều dài 18,22 km bao gồm mạng lưới cống thu gom nước thải, trong đó có 9,72 km cống bằng bê tông cốt thép; 3,2 km cống bao bê tông cốt thép và 5,3 km cống áp lực sử dụng ống HDPE. Khu vực thi công tập trung đông dân cư nên các biện pháp bảo đảm giao thông và giảm thiểu tác động đến cuộc sống của người dân xung quanh là hết sức cần thiết. Ban đầu biện pháp thi công mạng lưới cống bao gồm đối với các cống bê tông cốt thép và ống HDPE toàn bộ thực hiện bằng phương pháp đào mở dưới lòng đường. Tuy nhiên, điều kiện địa chất ở khu vực thi công là điều kiện đất yếu, nên khi đào sâu 3 - 4 mét, nhà thầu đã phải tiến hành thực hiện nhiều biện pháp gia cố đất nhằm bảo đảm an toàn, tránh sạt trượt đã làm gia tăng thời gian thi công, tăng kinh phí và ảnh hưởng lâu dài đến cuộc sống của người dân. Đặc biệt, một số đoạn tuyến xuất hiện các điều kiện địa chất rất khó để giữ ổn định thành hố đào đã gây khó khăn và kéo dài dự án. Sau đó, một số biện pháp thi công đã được đưa ra để khắc phục sự cố và đẩy nhanh tiến độ thi công. Trong đó phần ống HDPE được thi công bằng phương pháp khoan ngang định hướng HDD như trên Hình 7. Kết quả, đoạn ống HDPE đã được thi công nhanh chóng, đạt tiến độ dự án đề ra, đồng thời giảm thiểu tối đa công tác đào nền đường và xử lý khu vực đất yếu.

Tại một dự án xây dựng hệ thống nước khác là dự án cải thiện môi trường nước Nam Bình Dương (giai đoạn 2), việc ứng dụng công nghệ khoan ngang định hướng HDD đã giảm thời gian thi công từ vài tháng xuống 1 tuần và không phải đào hở mặt đường với mật độ đi lại đông đúc, giảm thiểu ảnh hưởng đến giao thông đi lại và cuộc sống của người dân trong khu vực.



Hình 8. Khoan ngang qua đường tại Phú Thọ



Hình 9. Khoan ngang định hướng tại dự án lắp đặt đường ống dẫn dầu tại Vũng Tàu

Một ứng dụng khác của khoan ngang định hướng là khoan lắp đặt thêm hệ thống ống kỹ thuật băng qua các công trình hạ tầng có sẵn như đường cao tốc, ngã tư. Hình 8 mô tả công tác khoan ngang và kéo lắp

ống kỹ thuật qua đường tại Phú Thọ. Công nghệ khoan ngang này so với việc thi công đào hở nền đường đang khai thác đã giảm thiểu thời gian thi công, nhân công, chi phí rất nhiều.

Tại Việt Nam, việc ứng dụng khoan ngang định hướng tại các dự án xây dựng và lắp đặt các đường ống dầu khí đã và đang được tiến hành khi lắp đặt các đường ống dẫn dầu từ các mỏ dầu ngoài khơi đến các nhà máy lọc dầu. Hình 9 mô tả công tác thi công lắp đặt đường ống thép bọc bê tông tại dự án xây lắp đường ống dẫn dầu tại dự án Nam Côn Sơn, Vũng Tàu bằng phương pháp khoan ngang định hướng. Với chiều dài tuyến ống thiết kế hàng chục kilomet đi qua các khu vực dân cư tập trung, giao cắt các tuyến đường giao thông, xuyên qua các ngã tư giao thông, nằm dưới lòng sông Mỏ Nhát và các đầm lầy, phương pháp khoan ngang định hướng HDD thể hiện rõ ưu thế về tiến độ thi công nhanh, khoảng cách đường ống một lần thi công lớn đến hàng kilomet và giảm thiểu ảnh hưởng đến giao thông và cuộc sống của người dân.

Các dự án thi công bằng công nghệ thi công khoan ngang định hướng HDD tại Việt Nam cho thấy công nghệ thi công này có nhiều ưu điểm bao gồm máy móc thiết bị thi công nhỏ gọn, linh hoạt, thi công chính xác, giảm giá thành, rút ngắn thời gian thi công. Chính vì vậy hiện nay công nghệ khoan ngang định hướng đã và đang được áp dụng phổ biến tại các thành phố trong khu vực và trên thế giới. Tuy nhiên, công nghệ này còn khá mới mẻ với thị trường xây dựng ở Việt Nam. Do vậy, việc tiếp cận công nghệ này còn nhiều hạn chế, công tác thi công hiện nay còn phụ thuộc vào các chuyên gia nước ngoài.

#### 4. Kết luận

Nhu cầu thi công lắp đặt hệ thống đường ống kỹ thuật ngày càng phát triển và cấp thiết tại các khu đô thị ở Việt Nam đặc biệt tại các khu đô thị hiện hữu khi công tác thi công đào mở gặp nhiều trở ngại do ảnh hưởng tới giao thông và cuộc sống của người dân, ô nhiễm môi trường. Bài báo nêu lên những khái niệm cơ bản và một số tính toán trong thiết kế và thi công bằng phương pháp khoan ngang định hướng HDD. Công nghệ thi công khoan ngang định hướng HDD đã thực hiện tại một số dự án ở Việt Nam như dự án thoát nước thải thành phố Hưng Yên, dự án cải thiện môi trường nước Nam Bình Dương... cho thấy các ưu điểm về thi công lắp dựng đường ống trong các điều kiện khó khăn về mặt bằng và địa chất, rút ngắn thời gian thi công, giảm thiểu ảnh hưởng tới giao thông và cuộc sống của người dân. Tuy là phương pháp thi công khá phổ biến tại các nước trong khu vực và trên thế giới, công nghệ thi công này còn khá mới mẻ với các công ty xây dựng ở nước ta. Nhằm phục vụ nhu cầu lớn trong thi công các đường ống hạ tầng kỹ thuật tại các khu đô thị ở nước ta, cần thiết có sự đầu tư về nghiên cứu và học tập kinh nghiệm thi công trong thời gian gần.

#### Tài liệu tham khảo

ASTM, F., 1962. Standard guide for use of maxi-horizontal directional drilling for placement of polyethylene pipe or conduit under obstacles, including river crossings. *In American Society for Testing and Materials*.

FSTT, 2006. Microtunneling and horizontal drilling. ISTE.

Sarireh, M., Najafi, M., Slavin, L., 2012. Usage and applications of horizontal directional drilling. In: Proc., ICPTT2012, Wuhan, China, pp. 1835-1847.

Vu, M. N., Broere, W., Bosch, J.W., 2015. The impact of shallow cover on stability when tunnelling in soft soils. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 50: 507-515.

Yu, H.-S., 2013. Cavity expansion methods in geomechanics. *Springer Science & Business Media*.

Willoughby, D.A., 2005. Horizontal Directional Drilling: Utility and Pipeline Applications. McGraw-Hill, New York.

### ABSTRACT

## Applications of Horizontal Directional Drilling (HDD) technology in pipeline construction in urban areas in Vietnam

Vu Minh Ngan<sup>1,\*</sup>, Pham Duc Tho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hanoi University of Mining and Geology

The development of the technology and the growth of the population lead to a high demand in pipeline construction in urban areas. The horizontal directional drilling (HDD) becomes popular trenchless technology in the world for installing pipeline systems in existing resident areas in order to reduce effects on surrounding environment and nearby buildings. This paper introduces the horizontal directional drilling

(HDD) technology and applications in some infrastructure projects in Vietnam. On the basis of the study, some lessons have been obtained for improving the designing and construction works in installing the pipeline in future projects in Vietnam.

*Keywords:* Horizontal directional drilling; trenchless; pipeline; urban infrastructure.