

4. KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH

4.1 Các hợp phần kỹ thuật

1) Khái quát

(1) Công tác chuẩn bị, thi công công trình kỹ thuật và công trình dịch vụ

Dự tính phạm vi công việc kỹ thuật gồm xây dựng kết cấu hạ tầng cơ bản của hệ thống tuyến UMRT2 cuối cùng như là một phần của công tác chuẩn bị và xây dựng cấu trúc của công trình. Những công việc này bao gồm các việc sau nhưng không giới hạn ở:

- (i) Công tác chuẩn bị gồm hình thành công trường, làm đường và di dời vật cản;
- (ii) Các kết cấu công trình gồm cầu cạn, đường dẫn, đặt đường ray và các đoạn hầm gồm cả các cửa hầm và hệ thống thông gió;
- (iii) Nhà ga và đường cho người đi bộ (trên cao hoặc ngầm);
- (iv) Đề-pô và các công trình liên quan;
- (v) Nhà điều hành, trung tâm điều độ và các tòa nhà phụ, ga phụ, các công trình thông gió;
- (vi) Tất cả các công trình dịch vụ như phòng chống cháy nổ, thoát nước và hệ thống ống dẫn và bơm nước;
- (vii) Hoàn thiện các công trình kiến trúc và các công việc xây lắp khác, gồm cả trang trí cảnh quan.

(2) Hệ thống đường sắt

Dự án hoàn thiện sẽ gồm toàn bộ hệ thống như:

- (i) Cung cấp đầu máy toa xe, chạy thử và vận hành;
- (ii) Hệ thống tín hiệu, bảo vệ tàu tự động (ATP);
- (iii) Vận hành tàu tự động (ATO), lựa chọn;
- (iv) Thông tin liên lạc, CCTV;
- (v) Cung cấp năng lượng vận hành, gồm cả trong trường hợp xảy ra sự cố mất điện (UPS);
- (vi) Máy phát điện dự phòng;
- (vii) Hệ thống thông gió trong hầm và hệ thống phòng cháy chữa cháy;
- (viii) SCADA;
- (ix) Thu phí tự động (AFC);
- (x) Hệ thống cửa kính lên xuống ke ga (PSD);
- (xi) Hệ thống điều khiển và giám sát;
- (xii) Duy tu bảo dưỡng, bao gồm cả trang thiết bị đề-pô;
- (xiii) Chạy thử và bàn giao;
- (xiv) Vận hành và duy tu bảo dưỡng hệ thống.

(3) Quản lý chung

Quản lý chung giữa các hệ thống đường sắt và cơ sở hạ tầng vận tải cần được thực hiện bởi một nhà thầu có đội ngũ quản lý giàu kinh nghiệm về quản lý chương trình ở những hệ thống đường sắt chính yếu tương tự.

Nhà thầu được chọn và đội ngũ quản lý của họ chịu trách nhiệm quản lý chung cụ thể về công tác chuẩn bị, công trình kỹ thuật/kiến trúc/cơ điện và đường ray.

Ngoài ra, nhà thầu được chọn dự kiến sẽ phải phối hợp các công việc của họ với các dự án cơ sở hạ tầng chính yếu khác dọc hành lang giao thông, nội dung chi tiết cũng được nêu trong báo cáo này.

Quản lý chung cần được xác định chi tiết hơn với nhà thầu được chọn trong giai đoạn đầu thực hiện dự án, nội dung của vấn đề này cần được nêu trong hồ sơ dự thầu của nhà thầu.

(4) Công tác chuẩn bị

Công tác chuẩn bị trước khi ký hợp đồng bao gồm nhưng không giới hạn ở:

- (i) Hình thành công trường dự án, giải phóng mặt bằng, xây dựng rào bảo vệ và an ninh;
- (ii) Di chuyển các vật kiến trúc khác trong phạm vi thi công/kết nối chúng ví dụ như nước/điện/Thoát nước (nước thải và nước mưa)/thông tin liên lạc;
- (iii) Các việc về đường bộ (mở rộng đường, làm đường tạm, làm cầu cho người đi bộ, điểm quay xe, nút giao);
- (iv) Thiết bị hè phố/đèn đường/tín hiệu và bố trí lại việc quản lý giao thông hiện hành;
- (v) Phạm vi thi công, nơi làm kho bãi và nơi làm văn phòng dự án.

Nhà thầu sẽ chịu trách nhiệm phối hợp tất cả các công tác chuẩn bị thi công dự án với các hành lang giao thông khác dọc tuyến UMRT2. Dự kiến sẽ bao gồm bất cứ yêu cầu nào của tuyến UMRT2 trong giai đoạn khởi đầu, gồm khu vực nhà ga và đề-pô, điện và thông tin liên lạc, các công trình tiện ích kết hợp với các tuyến đường, đường bộ hành dẫn tới khu vực ga.

(5) Công trình kỹ thuật

Các hạng mục công trình chủ yếu cũng sẽ được xây dựng như là một phần của hệ thống tuyến UMRT2, gồm cầu cạn, đường dẫn trên mặt đất và đường trong hầm, nhà ga, đề-pô và khu vực lập tàu, trung tâm điều khiển và các tòa nhà liên quan như các ga nhỏ.

Nhà thầu dự kiến sẽ điều chỉnh các thông tin này và xúc tiến việc trao đổi/phối hợp với các đơn vị, ban ngành hữu quan.

2) Kết cấu cầu cạn

(1) Kết cấu đường dẫn

Đoạn cầu cạn đi trên cao dự kiến là từ Thái Phú tới Hải Bối ở khu vực phía Bắc và từ Thượng Đình tới Hà Đông ở khu vực phía Nam.

Kế cấu đường dẫn cầu cạn gồm:

- (i) Móng, trụ, mũ trụ và cầu cạn;
- (ii) Các đoạn đường đơn/đôi;
- (iii) Đường ray dự phòng;
- (iv) Chỗ giao cắt;
- (v) Đường dẫn vào đề-pô.

Thiết kế nhìn chung phù hợp với tiêu chuẩn của Hiệp hội Đường bộ và Vận tải Liên bang Mỹ (AASHTO) hoặc các tiêu chuẩn quốc tế chung, cũng tương đương với tiêu chuẩn của Nhật Bản.

(2) Công trình móng

Số liệu khảo sát sơ bộ địa chất khu vực dự án cũng được nêu trong báo cáo này. Nhằm giảm thiểu tác động lún và tránh hiện tượng nứt nghiêm trọng khi xây dựng kết cấu cầu vượt, dự kiến móng cọc sẽ được sử dụng trong xây dựng cầu cạn.

Móng sẽ có thể là cọc khoan hoặc cọc nhồi tùy thuộc vào thiết bị khoan hiệu quả nhất và có thể là dạng cọc bê tông đơn bán kính lớn hoặc nhiều cọc bê tông với đỉnh cọc kết nối, tùy thuộc vào tải trọng thiết kế của đầu máy toa xe và kết cấu cầu cạn.

(3) Trụ và mũ trụ

Móng sẽ đỡ cho trụ và mũ trụ. Trụ và mũ trụ có thể làm bằng bê tông hoặc thép nhằm đỡ cho hệ mặt cầu ở trên.

Trụ có chiều dài từ 8 đến 19 m phần hở trên mặt đất, tùy theo tuyến, mặt cắt đứng và vị trí ga.

(4) Kết cấu mặt cầu đường đơn/đôi

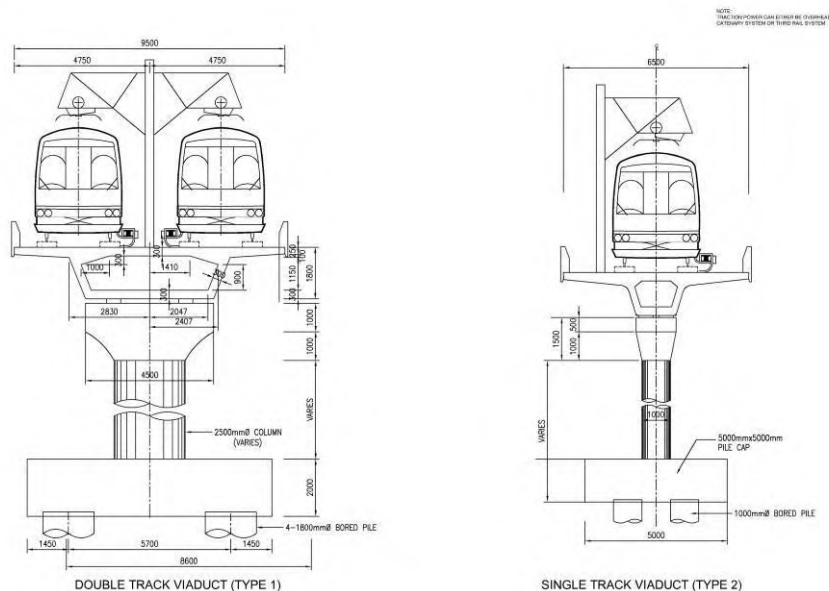
Kết cấu đường sẽ là đường đôi hoặc đơn. Nhìn chung, tuyến sẽ là đường đôi nhưng ở một số đoạn, có thể là 2 cầu cạn đường đơn như trình bày trong phần sau.

Kết cấu cầu cạn sẽ là dầm bê tông dự ứng lực, dầm hộp, dầm liên hợp hoặc thép nhẹ.

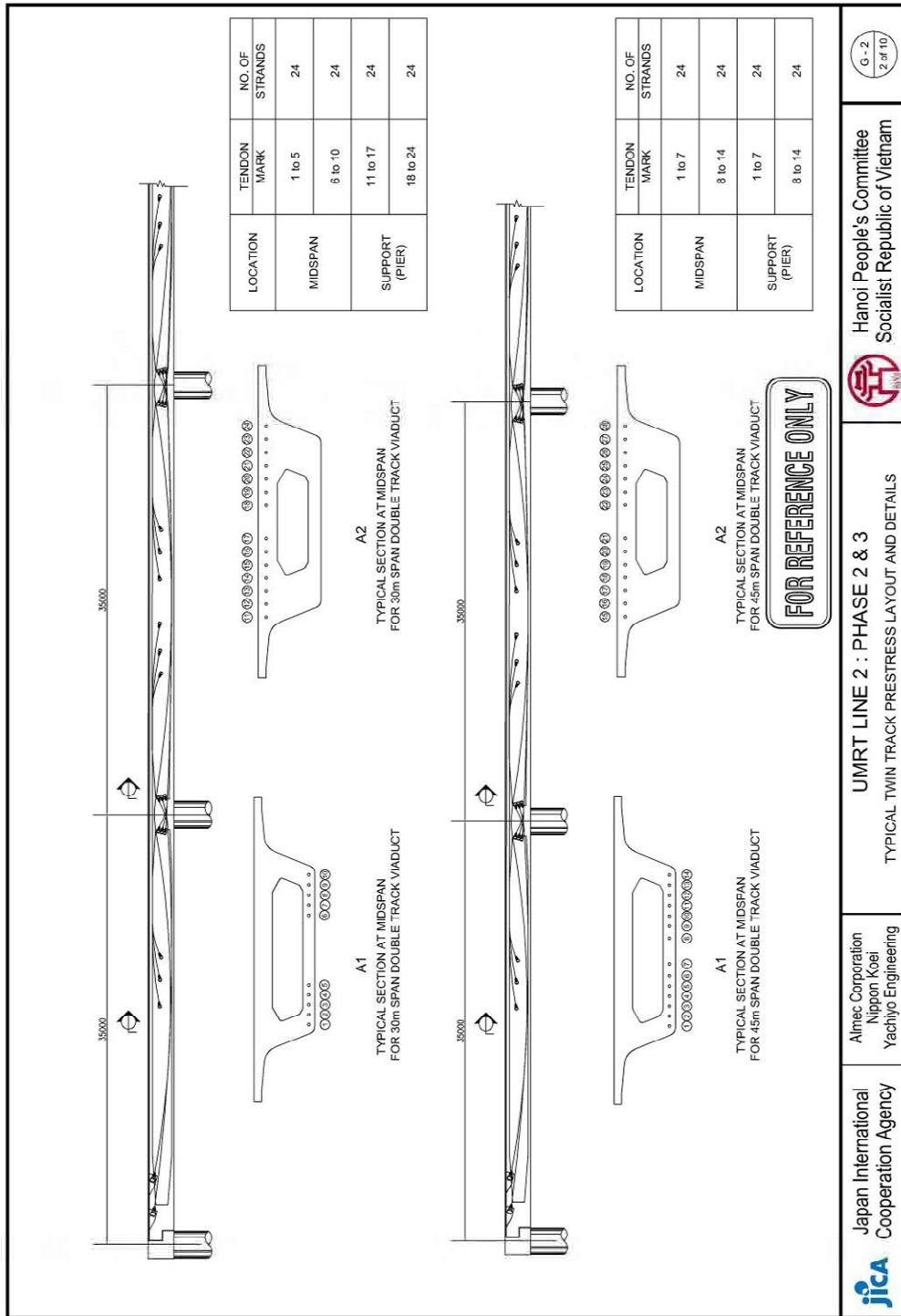
Nhịp cầu tối thiểu từ 30 đến 35 m và không được vượt quá 45 m do hạn chế về giao cắt với đường bộ hoặc do tải trọng đầu máy toa xe, nhịp cầu tiêu chuẩn sẽ không được áp dụng ở dự án này.

Cầu vượt sông Hồng đề xuất sẽ có nhịp dài, do tích kết hợp cả tải trọng cầu có kể đến lực tác động của đoàn tàu sông (công suất 600 DWT).

Hình 4.1.1 Mặt cắt cầu cạn điển hình



Hình 4.1.2 Mặt cắt chi tiết cầu đường đôi dự ứng lực điển hình



G-2
2.2/10

Hanoi People's Committee
Socialist Republic of Vietnam



UMRT LINE 2 : PHASE 2 & 3
TYPICAL TWIN TRACK PRESTRESS LAYOUT AND DETAILS

Aimec Corporation
Nippon Koei
Yachiyo Engineering

Japan International
Cooperation Agency

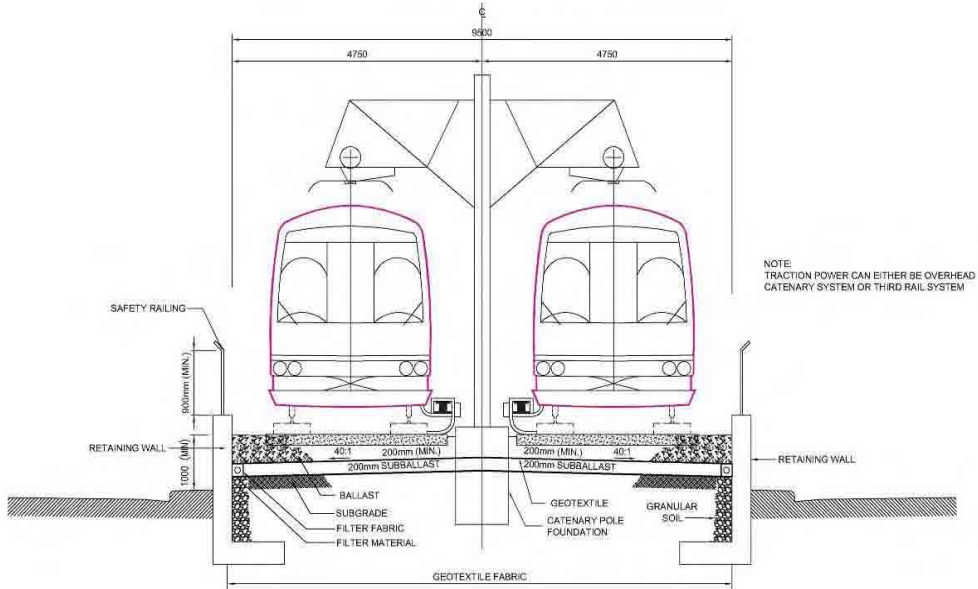


3) Đoạn tuyến đường đi nổi

Các đoạn của tuyến dẫn từ cổng hầm phía Bắc đến sân bay quốc tế Nội Bài, cổng hầm Nam Thăng Long và cổng hầm phía Nam gần Thượng Đình sẽ đi nổi. Để tránh ngập đường ray, cao độ đường sắt sẽ cao hơn mức ngập lụt dọc tuyến.

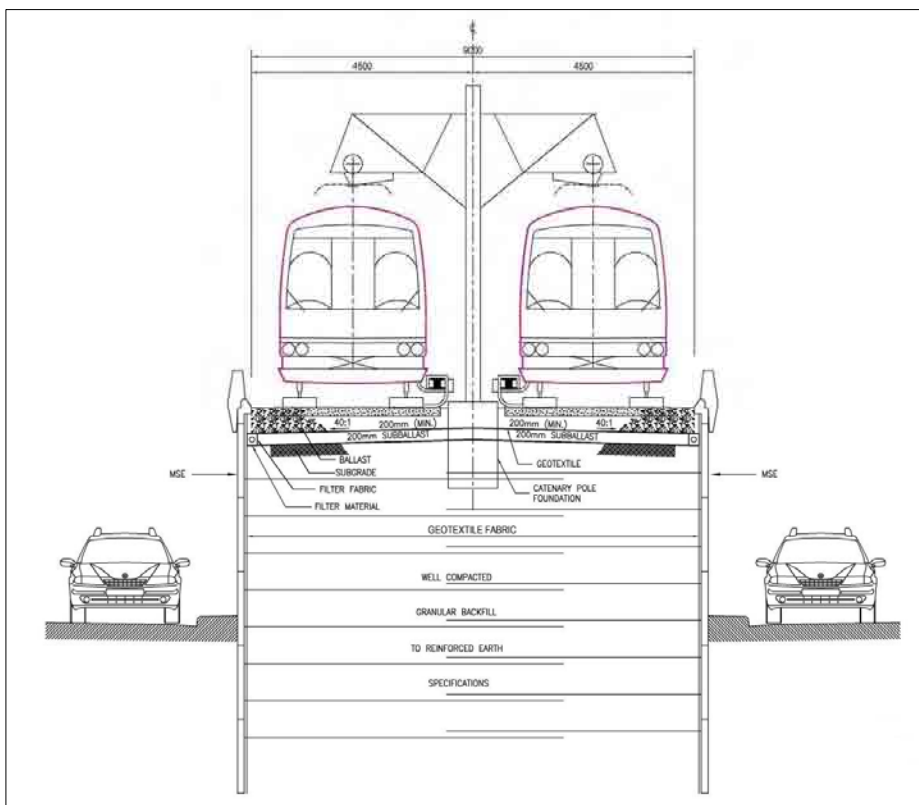
Tùy thuộc vào đường đồ thiết kế, mặt đường sẽ là kết cấu đất đắp. Chi tiết được nêu trong các bản vẽ dưới đây.

Hình 4.1.3 Mặt cắt điển hình (trên mặt đất)



Ghi chú: Đường tải điện có thể là hệ thống dây điện trên cao hoặc ray tiếp điện thứ 3

Hình 4.1.4 Mặt cắt ngang điển hình nền đắp có tường chắn



4) Đường hầm ngầm

Do hạn chế về chỉ giới đường và các vấn đề môi trường ở trung tâm Hà Nội trong phạm vi đường VĐ2,5 từ Từ Liêm đến Thượng Đình, đoạn tuyến này trong hành lang đường dẫn sẽ đi ngầm.

Các cấu trúc để chuyển từ chạy trên mặt đất xuống cửa hầm và các giếng thông hơi sẽ nằm ở tim đường của tuyến đường.

Dự kiến các kết cấu chuyển tiếp, cửa hầm và lỗ thông gió sẽ được xây dựng sử dụng phương pháp khoan và vữa đặt ống. Hầm sẽ được xây dựng kiểu TBM.

Tuyến UMRT 2 gồm các đường đi lên và đi xuống. Do đó, có thể chọn phương án xây dựng đường đơn hầm đơn và như vậy sẽ phải làm hai hầm trên một mặt cắt, cũng có thể chọn cách làm đường đôi hầm đôi đường kính lớn hơn. Một số vấn đề cần xem xét khi quyết định phương án nào là phương án tối ưu cho tuyến UMRT2 được trình bày trong Bảng 4.1.1.

Bảng 4.1.1 So sánh phương án xây dựng 2 hầm TBM và hầm TBM đơn

Vấn đề	Hầm đôi TBM	Hầm đơn lớn
Bán kính lòng hầm	5.4m	9.9m
Độ dày lớp tường	350mm	400mm
Bán kính TBM	6,1m	10,7m
Chu vi hầm đào	19,16m x2 = 38,33m	33,62m
Diện tích mặt đào	29,22m ² x 2 = 58,45m ²	89,92m ²
Không gian hầm	6,1m	-
Đường ngầm cứu hộ/thoát hiểm (gồm cả 0,5 m dự phòng mỗi phía)	19,3m nếu hầm không bị hạn chế 7,1m nếu hầm bị hạn chế (nhưng cần chiều rộng phù hợp để xoay hầm tới và từ chiều cao bố trí).	11,7m
Gia cố vách	Chu vi tương tự như hầm đơn lớn nhưng vách gia cố mỏng hơn	Chu vi tương tự như hầm đơn nhưng lớp gia cố dày hơn
Lối đi thông nhau	Các hầm độc lập với nhau. Cơ chế đẩy có thể có hiệu quả	Cơ chế đẩy có hiệu quả thấp hơn do hướng đi của tàu ngược lại.
Chiều rộng	Cần bố trí lối đi thông nhau khi cự ly giữa các ga là trên 1000 m	Không yêu cầu
Các công trình bên trong hầm	Tám đệm đỡ nhỏ, có thể là tám đơn	Dùng đá ba lát dày hoặc dùng tám đệm dự ứng lực đơn
Sự cố/thoát hiểm trong trường hợp khẩn cấp	Các hầm độc lập với nhau nên sự cố ở hầm này không ảnh hưởng đến hầm kia. Tuy nhiên cần có 2 đường cho người đi bộ	Sự cố có thể tác động đến cả 2 tuyến đường sắt nhưng chỉ cần 1 đường cho người đi bộ
Đường tránh, giao cắt, đường vào ga	Có thể sử dụng một phần không gian hầm tiêu chuẩn	Không thể sử dụng không gian hầm
Trắc ngang và trắc dọc	Các hầm độc lập với nhau nên trong giới hạn, có thể điều chỉnh mỗi hầm độc lập với nhau để tránh vật cản, v.v.	Bất cứ sự điều chỉnh nào cũng có tác động tương tự tới hướng tuyến của cả 2 tuyến.
Sự ổn định vách đào	Bán kính hầm nhỏ hơn đồng nghĩa với diện tích bề mặt phải đào nhỏ hơn nên độ ổn định cao hơn	Bán kính hầm lớn hơn đồng nghĩa với rủi ro lớn hơn do các điều kiện khác nhau trong khi đào bề mặt
Độ sâu hầm tối thiểu	Có thể nông hơn hầm đơn lớn	Sâu hơn 2 hầm nhỏ
Tốc độ thi công hầm	Ước tính khoảng 67 m/tuần/1 hầm	Khoảng 66 m/tuần/hầm
Lên kế hoạch	Đối với độ dài nhất định của cả tuyến, công tác đào đắp sẽ diễn ra 2 lần trong suốt quá trình thi công	Sẽ đào cả 2 tuyến một lần
Sự dư thừa và linh hoạt của thiết bị thi công	Nhiều thiết bị TBM hơn nên dễ bị thừa hơn và linh hoạt hơn	Ít dư thừa do có ít thiết bị TBM hơn

Ngoài số lượng và chi phí thuê thiết bị TBM, vấn đề thông gió và an toàn cháy nổ cũng là những vấn đề quan trọng trong việc lựa chọn hầm kép hay hầm đơn kích thước lớn.

Yêu cầu đặt ra là hầm cần được thiết kế thông thoáng và vận hành hỗ trợ việc thoát hiểm an toàn trong trường hợp xảy ra sự cố cháy nổ trong hầm. Không khí trong lành sẽ được thổi vào hầm theo hướng phù hợp để đẩy khói sang phía đối diện của hướng thoát hiểm. Hầm có bán kính càng lớn thì lượng không khí bơm vào càng lớn để duy trì vận tốc tới hạn. Do đó, chi phí sẽ cao hơn do cần quạt có công suất lớn hơn.

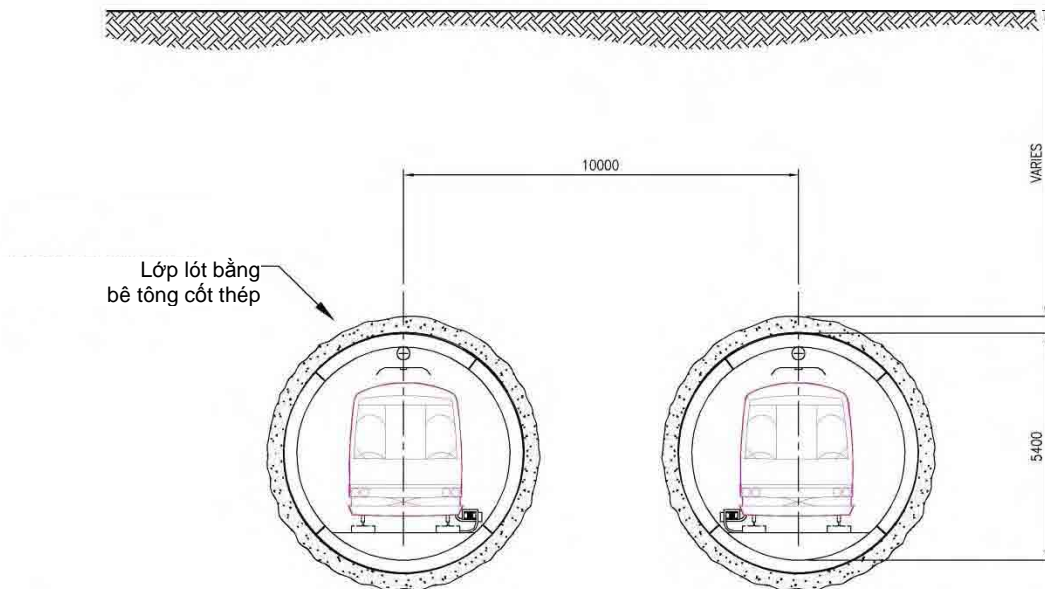
Đối với hầm có bán kính 9,9 m, công suất của quạt thông gió trong hầm phải từ $80 \text{ m}^3/\text{s}$ đến $110 \text{ m}^3/\text{s}$ (dựa trên gradient 3% và tải trọng lửa từ 6,5MW đến 10MW). Đối với hầm kép, công suất quạt cần thiết là từ $40 \text{ m}^3/\text{s}$ đến $60 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ngoài tình huống khẩn cấp, cũng cần xem xét việc làm mát hầm thường xuyên. Đối với hầm kép, tác động pit-tông sẽ lớn hơn do lực cản lớn hơn trong hầm đơn lớn hơn. Do đó, nhiệt lượng tỏa ra từ hành khách và từ đầu máy, toa xe sẽ được loại bỏ một cách hiệu quả nhờ tác động piston. Đối với hầm đôi có hai đường ray, tác động pit-tông sẽ bị giảm đi đáng kể. Do đó, cần có đủ quạt vận hành theo mô hình kéo – đẩy hoặc làm lạnh nhanh. Không gian phụ cho thiết bị AHU làm lạnh nhanh cũng là khoản chi phí bổ sung đáng kể. Hơn nữa, một quạt giúp làm lạnh hệ thống có nghĩa là các quạt này không cần phải vận hành liên tục trong giai đoạn vận hành tuyến – đây là khoản giúp tiết kiệm chi phí lớn.

Xem xét các yếu tố trên, trong giai đoạn hiện nay, có thể thấy hầm kép là phương án tối ưu cho các hầm khoan của tuyến UMRT2. Tuy nhiên, trong giai đoạn tới, cần phân tích chi tiết hơn để xác định phương án tối ưu.

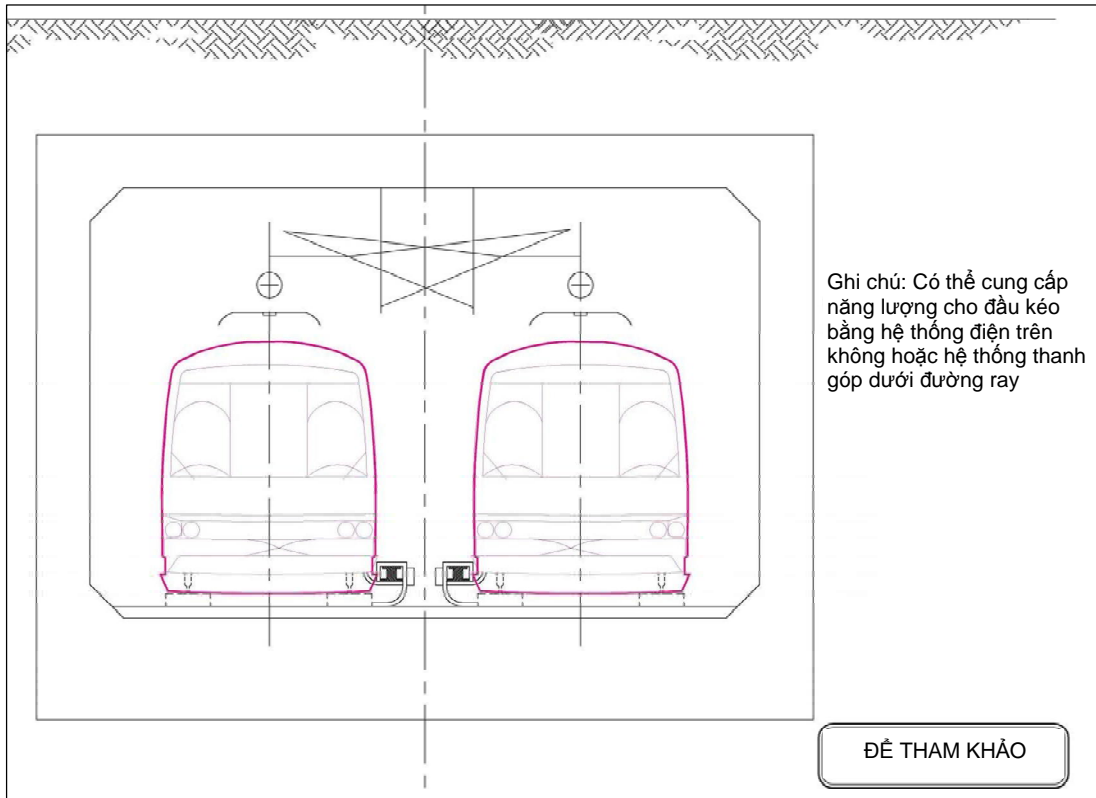
Hình 4.1.5 Mặt cắt điển hình hình của hầm khoan (đường đơn)

Cao độ mặt đất hiện nay

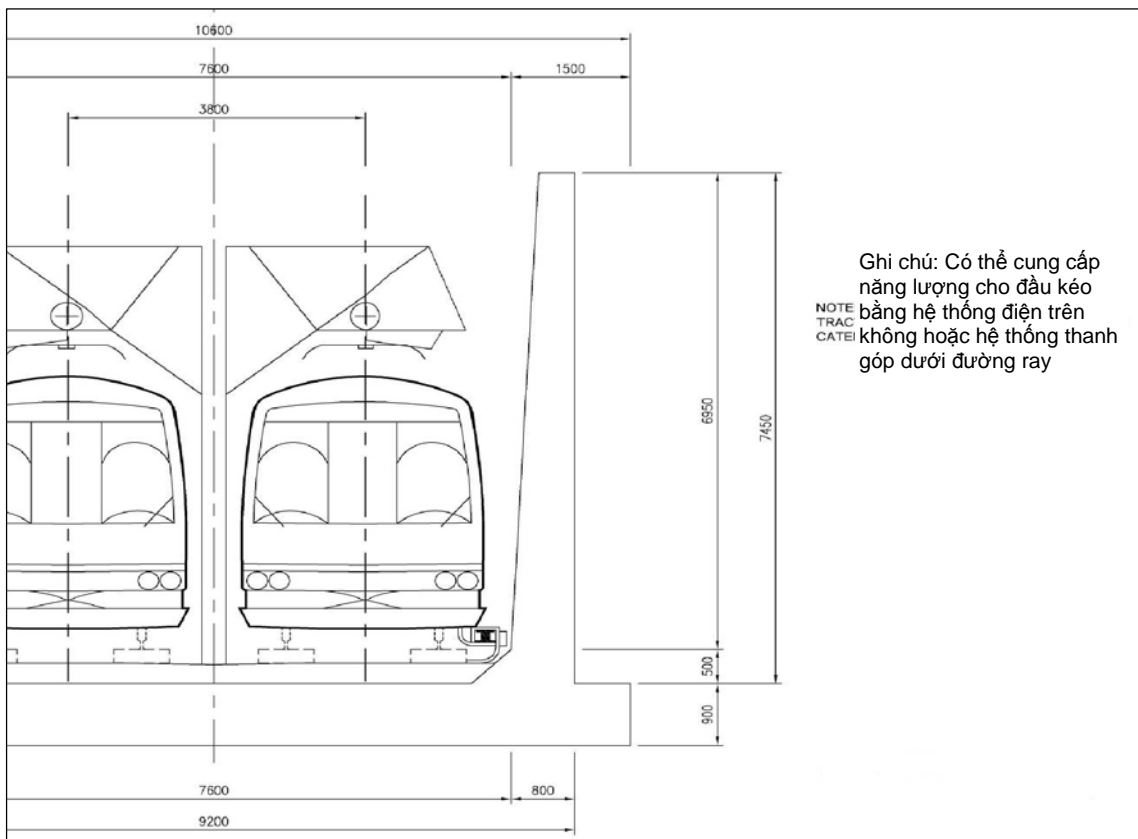


Ghi chú: Có thể cung cấp năng lượng cho đầu kéo bằng hệ thống điện trên không hoặc hệ thống thanh góp dưới đường ray

Hình 4.1.6 Mặt cắt điển hình tại cửa hầm dùng phương pháp cắt vỏ hầm, đúc liền (đường đôi)



Hình 4.1.7 Mặt cắt điển hình tại cửa hầm (hầm kép)



5) Công trình vận hành

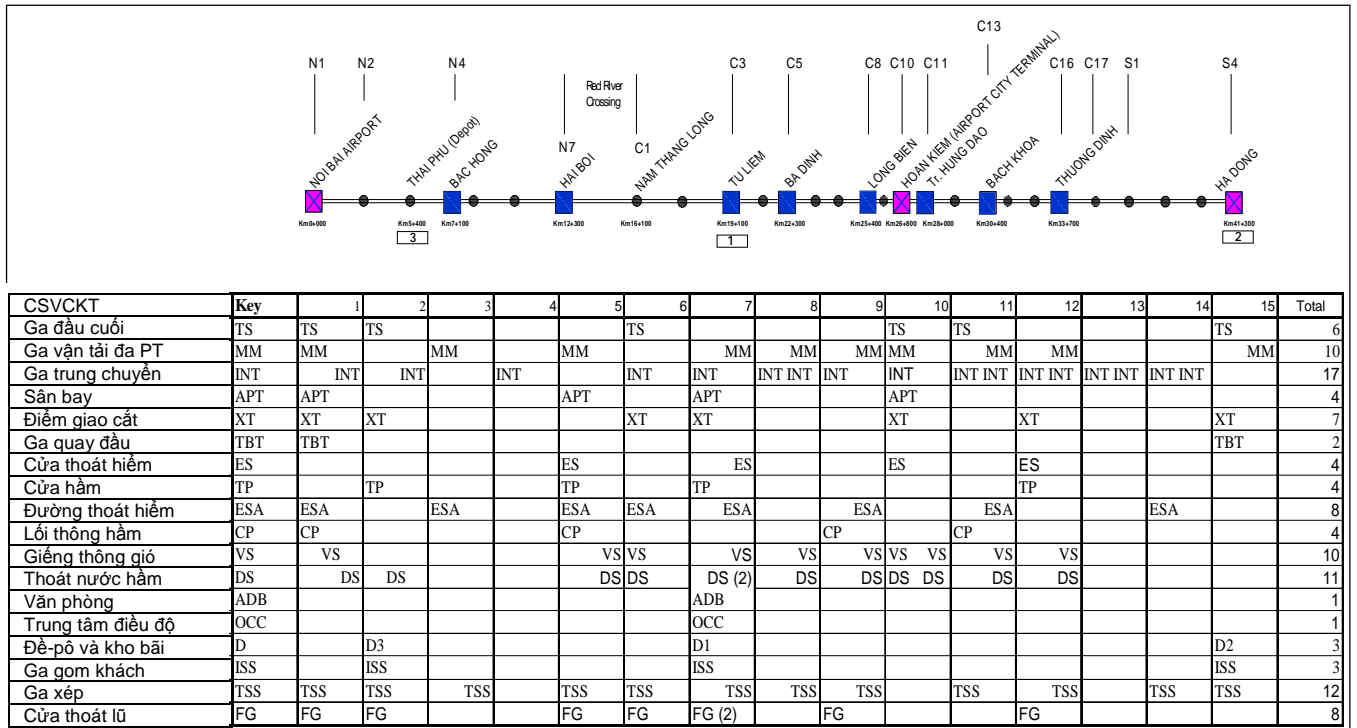
Các công trình, cơ sở vật chất kỹ thuật cần thiết phục vụ công tác vận hành UMRT gồm:

- (i) Nhà ga đầu cuối
- (ii) Ga chuyển đổi phương thức
- (iii) Ga trung gian
- (iv) Ga sân bay
- (v) Nút giao cắt
- (vi) Đường ray quay đầu
- (vii) Đường tránh trong trường hợp khẩn cấp
- (viii) Cửa hầm
- (ix) Đường cho phương tiện cứu hộ cứu nạn vào
- (x) Lối đi thông nhau (trường hợp hầm đơn)
- (xi) Giếng thông gió
- (xii) Hồ chứa nước thải trong hầm
- (xiii) Văn phòng quản lý
- (xiv) Trung tâm điều khiển
- (xv) Ga xếp gom khách
- (xvi) Ga xếp lắp đặt đầu máy
- (xvii) Cửa xả lũ

Vị trí sơ bộ của các công trình này được tóm tắt trong Hình 4.1.8.

Hệ thống thông gió hầm, hệ thống điện và hệ thống đường ray xe lửa sẽ được nghiên cứu chi tiết hơn trong các phần tiếp theo. Các hệ thống khác được lồng ghép trong các phần của báo cáo.

Hình 4.1.8 Cơ sở vật chất kỹ thuật phục vụ khai thác tuyến chính



6) Hệ thống thông gió

Hệ thống thông gió phục vụ hầm chính và ga ngầm, đáp ứng các điều kiện vận hành sau đây:

- (i) Điều kiện vận hành bình thường;
- (ii) Điều kiện ùn tắc hoặc sự cố; và
- (iii) Điều kiện khẩn cấp.

Trong điều kiện vận hành bình thường, các chuyến tàu theo lịch trình được vận hành tự do trong toàn hệ thống. Sự di chuyển của tàu cần được cung cấp đủ không khí lưu thông tại các trạm và tại cửa của các đoạn hầm. Tuy nhiên, có thể cần phải thông gió cưỡng bức nếu sự thông gió tự nhiên bị giảm do tác động pit-tông của đoàn tàu không đủ.

Trong điều kiện tắc nghẽn hoặc có sự cố khi tàu đi tới phần hầm còn lại vì bất cứ lý do gì, gồm cả việc hư hỏng máy móc hoặc khó khăn khi vận hành, việc thông gió hầm bình thường từ hoạt động pit-tông của tàu sẽ bị ngưng lại. Trong trường hợp đó, cần cung cấp đủ luồng không khí cưỡng bức để duy trì lượng không khí sạch phù hợp nhằm đáp ứng các yêu cầu sinh lý và để vận hành các thiết bị điều hòa trên tàu và đảm bảo nhiệt độ trong tàu ở mức an toàn trong toa xe.

Trong trường hợp khẩn cấp, hệ thống thông gió trong hầm cần đảm bảo các vấn đề sau:

- (i) Giữ khói và nhiệt do cháy nổ cách xa người dân bị mắc kẹt trong hầm.
- (ii) Hướng luồng khói phải được kiểm soát và cần có đường thoát khói để cho hành khách thoát hiểm và dập tắt lửa.
- (iii) Có đủ thời gian để thoát hiểm và đối phó với tình huống khẩn cấp.

Các đoạn tuyến lớn của tuyến UMRT2 sẽ được xây dựng đi ngầm nên cần có các giếng thông gió dọc các đoạn đi ngầm của tuyến. Diện tích của các giếng sẽ được xác định khi thực hiện các công việc tiếp theo về hệ thống thông gió nhưng thường được xây dựng ở khoảng cách từ 1 đến 1,5 km ở vị trí trung tâm tùy thuộc vào không gian nhà ga dọc hành lang tuyến. Các giếng thông gió thường đặt ở các vị trí như là một phần công trình nhà ga và gồm cả không gian dịch vụ và cầu thang sử dụng trong trường hợp khẩn cấp để tiếp cận đoạn tuyến ngầm.

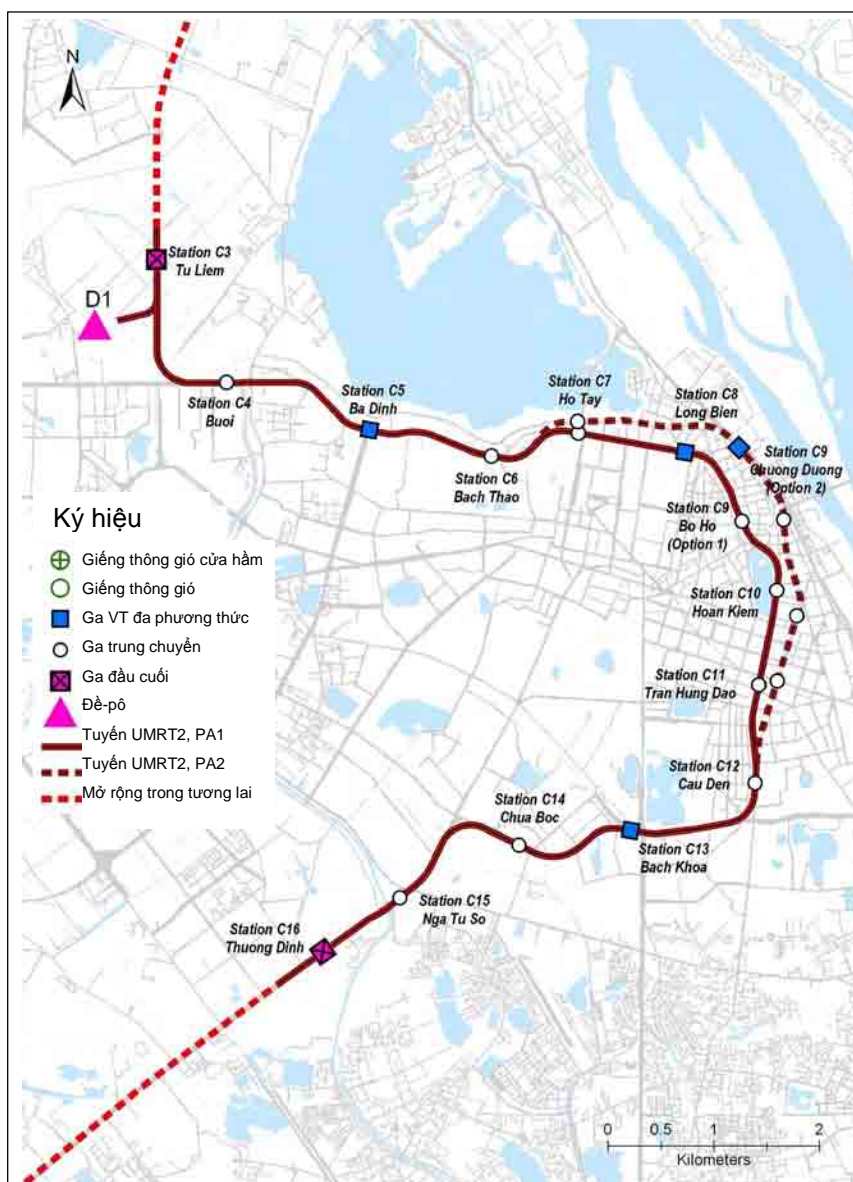
Nếu không gian nhà ga lớn hơn 1,5 km, cần có hệ thống thông gió/cầu thang thoát hiểm độc lập.

Nếu không khả thi, có thể xây dựng đường thoát hiểm thông với các hầm lân cận hoặc gộp cả đường thoát hiểm dọc hầm.

Tiêu chuẩn thiết kế khái quát được nêu trong NFPA 130. Tuy nhiên, các tiêu chuẩn này cần được xem xét chi tiết hơn để xem có thể áp dụng các tiêu chuẩn này trong điều kiện của các nước Châu Á và cách thức vận hành phổ biến của các hệ thống vận tải đô thị khối lượng lớn khác ở Nhật Bản, Hồng Kông và các nơi khác trong vùng.

Vị trí cầu thang thoát hiểm tại các ga và giếng cần được đánh giá chi tiết hơn trong giai đoạn phát triển tuyến UMRT tiếp theo sau khi đã xác định được vị trí cụ thể của các ga.

Hình 4.1.9 Hệ thống thông gió hầm



7) Hệ thống điện

Cần cung cấp điện để thực hiện nhiều chức năng của hệ thống đường sắt và nhà ga như sau, nhưng không giới hạn ở:

- (i) Đầu kéo
- (ii) Tín hiệu
- (iii) Hệ thống thông gió hầm
- (iv) Hệ thống kiểm soát môi trường nhà ga
- (v) Đề-pô và xưởng duy tu bảo dưỡng

Giả định rằng mạng lưới phân phối điện trong thành phố là đường dây 110KV trên cao. Theo đó, giả định rằng nguồn cung cấp điện cho các nhà ga có thể là cơ sở hạ tầng mạng lưới điện của thành phố hiện nay. Ngoài ra, còn giả định rằng điện có thể giảm áp xuống mức 318V/415V/616V như quy định của cơ quan cung cấp điện. Vấn đề này cần xác minh lại với cơ quan cấp điện.

Đề xuất cung cấp điện cho đầu kéo và hệ thống khác từ lưới điện quốc gia nhằm tránh sự thay đổi điện áp – sự thay đổi có thể xảy ra trên mạng lưới điện của thành phố cung cấp cho đầu máy cần được xem xét sau đó. Đề xuất xây dựng 2 trạm biến áp cung cấp điện tại hai đầu của hệ thống UMRT 2 khởi đầu – từ ga Từ Liêm và ga Thượng Đình nhằm đảo bảo việc cung cấp điện đầy đủ. Giả định nguồn điện cấp là điện 110kV.

Kết quả điều tra thực địa cho thấy hiện có các trạm cấp điện cao áp quanh ga Từ Liêm và Thượng Đình. Đề xuất giảm điện áp xuống 22kV – là điện áp của qua toàn tuyến hầm đường sắt để cung cấp cho đầu máy tại các trạm biến áp nằm trong các ga cũng như cung cấp nguồn điện bổ sung cho các ga trong trường hợp mất điện lưới. Giả định cơ quan cung cấp điện là đơn vị chịu trách nhiệm xây dựng các trạm biến áp và cơ sở hạ tầng hỗ trợ. Vấn đề này cần được bàn bạc kỹ hơn với cơ quan cung cấp điện.

Hệ thống cung cấp điện chính từ công ty điện lực địa phương sẽ cung cấp điện cho hệ thống tại các trạm biến áp – hầu hết là trạm biến áp 33kV AC. Do đó, vị trí các trạm biến áp cần nằm ở khu vực gần với các tuyến đường hiện nay trong hệ thống ban đầu để đảm bảo kiểm tra và chạy thử tuyến chính và khu vực đề-pô.

Khi tuyến UMRT2 phát triển, sẽ cần thêm các trạm biến áp cấp điện ở đoạn tuyến phía bắc và tây nam nối dài nhằm đảm bảo cấp điện an toàn và giảm thiểu tổn thất của hệ thống truyền tải.

Ngoài ra, các trạm biến áp cần thiết trong giai đoạn tiếp theo của dự án sẽ được đặt ở Bắc Hồng (khu vực phía bắc) và Hà Đông (khu vực phía tây nam).

Nhằm giảm thiểu điện năng tổn thất trong tuyến đường truyền dẫn trên cao, cần xây dựng các trạm cung cấp năng lượng cho đầu máy ở mỗi khoảng cách từ 4 đến 5 km dọc tuyến.

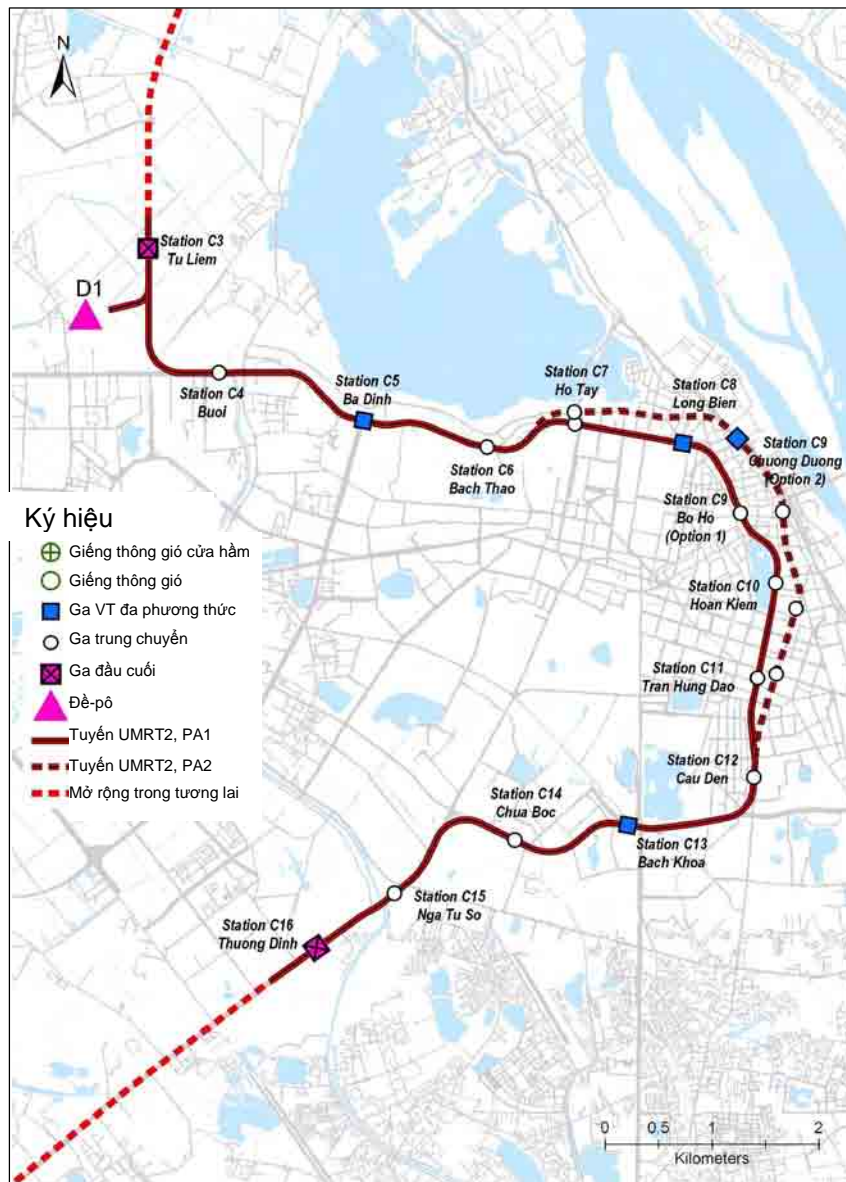
Vị trí có thể xây dựng các trạm biến áp cung cấp điện chính trong giai đoạn đầu mà Đoàn Nghiên cứu đã xác định gồm:

- (i) Nam Thăng Long
- (ii) Từ Liêm
- (iii) Ba Đình
- (iv) Long Biên
- (v) Bách Khoa
- (vi) Thượng Đình

Ngoài các trạm biến áp cung cấp năng lượng cho đầu máy, còn có các trạm biến áp tại từng khu vực ga UMRT. Quy mô trạm tùy thuộc vào mức tiêu thụ ở ga và việc tiêu thụ cho điều hòa không khí – thường lớn hơn mức tiêu thụ ở các ga vận tải đa phương thức.

Nếu trạm biến áp cấp điện chính đặt ở Từ Liêm, cần bố trí các trạm biến áp cung cấp điện cho xưởng đề-pô và các công trình liên quan.

Hình 4.1.10 Vị trí các trạm biến áp cấp điện cho các ga và cấp điện cho đầu máy



8) Hệ thống ray

Nhằm vận hành với tần suất cao, an toàn và hiệu quả, cần đưa cả mức độ linh hoạt trong khai thác trong trường hợp khẩn cấp hoặc khai thác dịch vụ bị suy giảm với đường ngang và cửa thoát hiểm trong thiết kế hệ thống đường sắt.

Đề xuất sử dụng khổ đường tiêu chuẩn cho hệ thống UMRT.

Hệ thống móng ray có thể là đá ballast hoặc tà vẹt trên những đoạn đi nổi của tuyến và trong các khu vực đè-pô. Đối với đường ray đi trên các đoạn cầu cạn và trong hầm, tà vẹt gắn cố định trên nền bê tông sẽ phù hợp hơn. Đường ray được thiết kế đáp ứng được tải trọng bánh xe của đầu máy. Hầu hết các hệ thống metro hiện đại của Châu Á có tải trọng 60 kg/m đường. Vấn đề này sẽ được xem xét kỹ hơn trong bước nghiên cứu tiếp theo về tiêu chuẩn kỹ thuật và tiêu chuẩn của đường ray hệ thống UMRT2.

Tùy thuộc vào giai đoạn thực hiện cuối cùng của công tác khai thác hệ thống, cần đưa các nút giao cắt tiêu chuẩn của đường ray vào các ga tạm thời hoặc cố định để tàu có thể quay đầu và vận hành trên đường ray khác.

Trong trường hợp tàu bị hỏng hóc, cần di chuyển tàu bị hỏng khỏi đường ray chính và để tàu trên đường ray dự phòng. Các cửa thoát hiểm cần được xây dựng ở những khoảng cách phù hợp dọc tuyến để giảm thời gian đưa tàu bị hỏng ra khỏi đường ray chính và giảm thiểu sự gián đoạn của dịch vụ không ảnh hưởng đến doanh thu.

Ngoài ra, nhằm xây dựng tần suất vận hành phù hợp với nhu cầu của hành khách hoặc chấm dứt khai thác các dịch vụ tạo doanh thu tại những điểm trung chuyển của hệ thống và duy trì tần suất trên đường ray chính, cần xây dựng 3 ke ga tại một số ga vận tải đa phương thức.

Từ quy hoạch khai thác đường ray ban đầu, những nhà ga sau có thể được xây dựng với kết cấu 3 ke ga:

- (i) Hải Bối
- (ii) Từ Liêm
- (iii) Hoàn Kiếm
- (iv) Thượng Đình

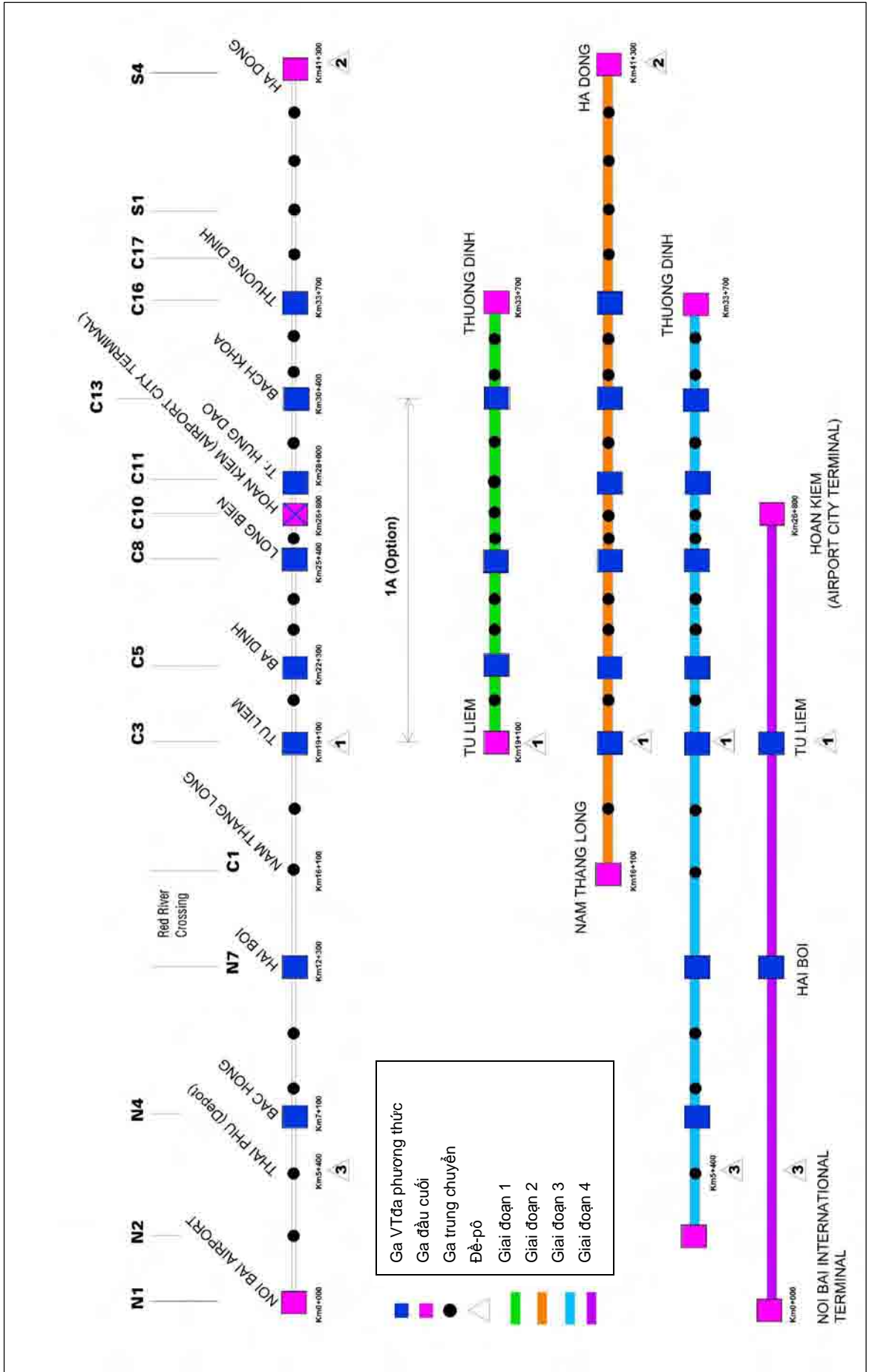
Cửa ke ga có thể được sử dụng trong trường hợp khẩn cấp để lập tàu, tàu bị hỏng sẽ được giữ ở đó cho đến khi vận chuyển đến đề-pô gần nhất để sửa chữa.

Ngoài cửa thoát hiểm đặt ở các vị trí chiến lược dọc tuyến ở các vị trí phù hợp, gồm cả sân bay quốc tế Nội Bài (km0+0) và Hà Đông (km41+0).

Cách bố trí đường ray đề xuất cho thấy các nút giao cắt và cửa thoát hiểm được thể hiện trong giản đồ khai thác đường sắt.

Giản đồ này được xây dựng dựa trên sự phát triển theo giai đoạn của các dịch vụ tạo doanh thu nêu trong Nghiên cứu này.

Hình 4.1.11 Quy hoạch gián đồ đường sắt



4.2 Xây dựng hầm

1) Máy khoan hầm

Máy khoan hầm sử dụng để đào hầm qua các loại đất và đá, có mặt cắt ngang hình tròn. Bán kính hầm do máy khoan hầm đào có thể thay đổi từ 1 m (máy khoan hầm nhỏ) đến khoảng 16 m.

TBM về cơ bản gồm một hoặc hai khiên đào (hình trụ bằng kim loại lớn) và các thiết bị hỗ trợ. Ở cuối mặt trước của khiên, lưỡi cắt sẽ quay tròn để đào hầm. Lưỡi cắt thường quay với vận tốc 4 đến 10 rpm (tùy thuộc vào đường kính của máy khoan và địa chất). Đằng sau lưỡi cắt là một khoang rỗng nơi vật liệu đào được được chuyển ra khỏi hầm. Tùy thuộc vào loại máy khoan hầm, vật liệu đào được có thể được chuyển ra hệ thống băng truyền tải để chuyển ra khỏi hầm hoặc trộn lẫn với phụ gia để bơm ngược ra cửa hầm.

Phía sau khoang rỗng là một bộ tay đòn thủy lực được gia cố bởi phần cuối của hầm, tay đòn thủy lực được sử dụng để đẩy máy khoan hầm di chuyển về phía trước. Cơ chế này giống như hệ thống bánh xích. Phía mép của máy khoan hầm được chống vào tường hầm hoặc lớp lót và có tác dụng đẩy đầu máy khoan hầm di chuyển về phía trước. Khi đạt khẩu độ lớn nhất, đầu máy khoan hầm sẽ dựa vào tường hầm và phần đuôi máy khoan hầm sẽ được kéo tịnh tiến về phía trước.

Phía sau khiên đào, nằm phía trong lòng hầm là các bộ phận hỗ trợ máy khoan hầm, gồm thiết bị chuyển vật liệu đào được, các khoang kiểm soát, đường ray để vận chuyển các đoạn tường hầm đúc sẵn, v.v.

Các máy khoan hầm tinh vi được sử dụng để thi công được trên tất cả các loại đất, gồm cả nơi có địa chất hỗn hợp như đất lẫn đá. Khi đào lớp đất chứa nước kém ổn định, các máy khoan hầm này có thể ổn định mặt cắt bằng cách sử dụng bột và/hoặc bentonite dưới áp suất lớn. Tùy thuộc vào phương pháp gia cố áp dụng, các máy khoan hầm loại này có thể được gọi là máy khoan hầm cân bằng áp lực đất (Earth Pressure Balance TBM) hoặc máy khoan hầm sử dụng dung dịch khoan. Máy khoan hầm cân bằng áp lực đất có thể tạo ra sự ổn định bằng cách duy trì áp lực đất, qua đó để đào hầm đồng thời phun bột có áp lực cao chứa trong khoang rỗng. Máy khoan hầm sử dụng dung dịch khoan tạo sự ổn định bằng cách tăng áp lực của bentonite trên mặt cắt. Nếu các chức năng của cả hai loại máy khoan hầm trên được kết hợp lại trong một máy khoan hầm, thì loại máy kết hợp này được gọi là máy khoan hầm lưỡi cắt hỗn hợp (TBM MixShield).

Ưu điểm của phương pháp đào hầm dài bằng máy khoan là:

- (i) Vận tốc khoan hầm rất cao mà chỉ sử dụng một đầu máy khoan
- (ii) Giảm chiều dài đường dẫn trung gian và các giếng.
- (iii) Đào chính xác hầm, giảm thiểu tình trạng sập hầm.
- (iv) Giảm thiểu tác động lên các kết cấu xung quanh trên góc độ sụt lún đất nên an toàn hơn khi đào hầm ở các khu đô thị.
- (v) Giảm các yêu cầu gia cố, hỗ trợ.
- (vi) Sử dụng ít lao động hơn và tạo môi trường làm việc an toàn hơn.
- (vii) Cần ít công trình tiếp cận, cần có khu chôn lấp đất đào và đường vận chuyển đất đào.
- (viii) Có thể làm việc 24 giờ/ngày ở các khu đô thị mà không gây ồn.

Đối với hầm có bán kính lớn, bất lợi của máy khoan hầm là:

- (i) Chi phí máy móc cao do cần phải dùng máy khoan hầm TBM loại mới, vì vậy, cần cấp vốn đặt hàng trước trong hợp đồng.
- (ii) Cần thời gian chuẩn bị sản xuất và giao hàng lâu – có thể lên tới 12 tháng.
- (iii) Ít linh hoạt hơn về hình dáng hầm, độ cong và mở rộng hầm.
- (iv) Cần nhiều thời gian để học cách sử dụng.
- (v) Rủi ro trong hoạt động khi có sự thay đổi ngoài dự kiến của điều kiện địa chất.

Rủi ro địa chất sẽ lớn hơn trong việc đào hầm bằng máy khoan hầm do chi phí cho mua máy móc lớn và tỷ lệ trả trước cao hơn. Các rủi ro trên, cả rủi ro thực thể và rủi ro dự kiến có thể được giảm thiểu bằng cách:

- (i) Thực hiện khảo sát công trình tốt, toàn diện nhưng có mục đích.
- (ii) Sử dụng các mẫu hợp đồng đã được cải tiến gồm cả chia sẻ rủi ro.
- (iii) Hợp đồng theo khối lượng công việc.
- (iv) Hợp tác.

Đối với tuyến UMRT2, nếu sử dụng máy khoan hầm để đào hầm giữa các ga, lịch trình khoan hầm sẽ được xây dựng từng phần theo vị trí ga nơi hầm đi qua. Nhằm đảm bảo sự ổn định của hầm, công tác xây dựng tường chắn của ga cần được hoàn thành trước khi đào hầm. Do đó, các bước thi công chính ở giai đoạn đầu của dự án sẽ là thi công các bức tường của các ga chính nơi máy khoan hầm sẽ đi qua.

2) Mối quan hệ giữa địa chất với việc lựa chọn máy khoan hầm

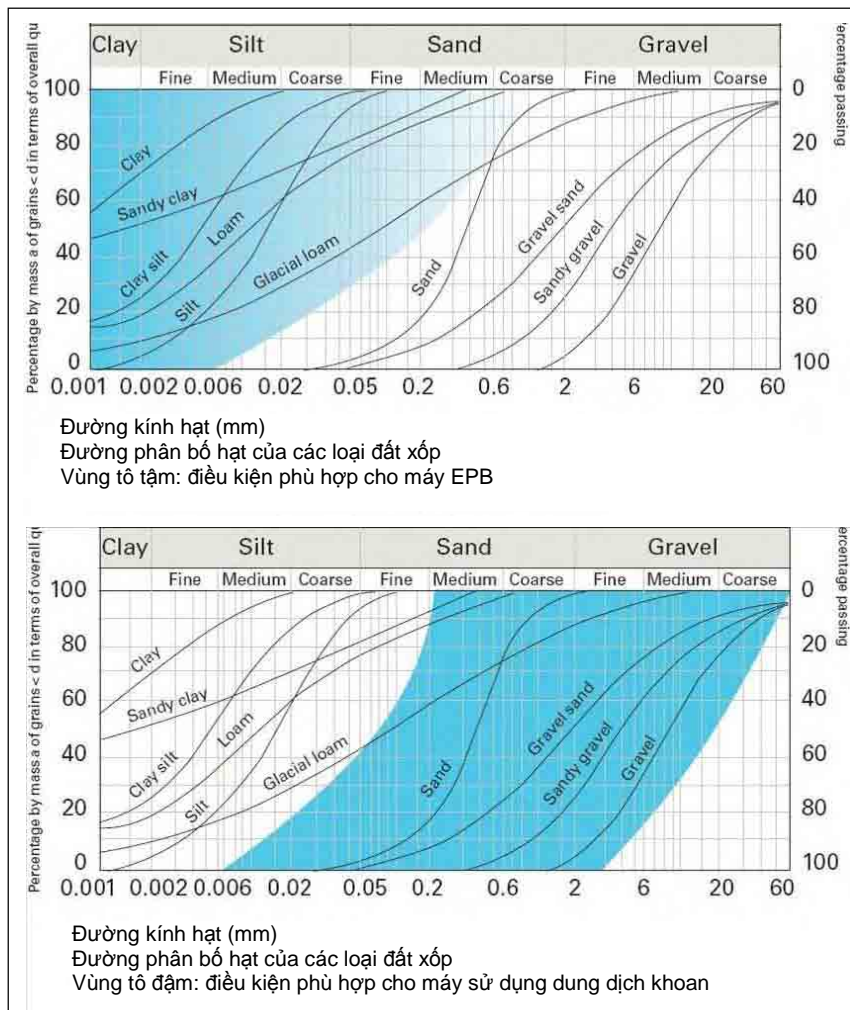
Dựa trên kết quả khảo sát thực địa hạn chế đã được thực hiện cho đến nay, có thể thấy đất dọc các hầm của tuyến UMRT2 gồm đất phù sa pha sét/sét phù sa hoặc cát, cát phù sa và sỏi.

Trong điều kiện cát và sỏi xốp, máy khoan hầm sử dụng dung dịch khoan có ưu thế hơn cả. Chất phụ gia áp lực cao sẽ tương tác lên cả áp lực nước và đất. Nếu đất có hàm lượng sét phù hợp, có thể chỉ cần dùng nước. Ngược lại, dung dịch nước pha bentonite hoặc dung dịch nhũ tương được sử dụng để tạo một màng chống thấm mỏng gát kết mặt hầm. Chất phụ gia dạng huyền phù được đưa vào đoạn phía trên của khoang trống máy khoan hầm và hỗn hợp đất/chất huyền phù sẽ được phun ra từ phần dưới nơi có bộ phận khuấy đều để tránh tình trạng bồi lắng và đảm bảo tách được các chất trung gian đồng nhất.

Đối với máy khoan hầm cân bằng áp lực đất, các chất phụ gia đất pha sét như nước, bentonite hoặc bột hóa học sẽ được sử dụng để tạo một loại “vữa đất” để cân bằng cả áp lực nước và đất. Vật liệu đào được thường được chuyển qua băng tải quay.

Có sự tương quan dựa trên phân bố kích thước hạt (Particle Size Distribution (PSD) đất để đánh giá sự phù hợp trong việc lựa chọn máy khoan hầm cân bằng áp lực đất (EPB TBM) hoặc máy khoan hầm sử dụng dung dịch khoan. Ví dụ về sự tương quan này được thể hiện trong Hình 4.2.1.

Hình 4.2.1 Đánh giá sự phù hợp của máy khoan hầm dựa trên phân bố kích thước hạt



Dựa trên kết quả trên, sự phù hợp của từng loại máy khoan hầm đối với các loại đất của các hầm khoan dọc tuyến UMRT2 được trình bày trong Bảng 4.2.1.

Bảng 4.2.1 Sự phù hợp của các loại máy khoan thi công các hầm ngầm của tuyến UMRT2

Thành hệ	Mô tả	SPT	Máy khoan hầm sử dụng dung dịch khoan	Máy khoan cân bằng áp lực đất
Thái Bình 3-4	Sét phù sa, phù sa pha sét	5 đến 6	Có thể không phù hợp	Phù hợp
Thái Bình 1-2	Cát phù sa xốp đến cứng vừa và cát phù sa	6 đến 15	Phù hợp	Khó. Cần tùy thuộc vào điều kiện đất
Vĩnh Phúc 3	Sét phù sa, mùn thực vật đa dạng	7 đến 12	Không phù hợp	Phù hợp
Vĩnh Phúc 2	Phù sa pha sét phù sa với sỏi từ mật độ cao đến mật độ trung bình	15 đến 30	Phù hợp	Khó. Cần tùy thuộc vào điều kiện đất
Vĩnh Phúc 1	Phù sa, sỏi mật độ cao đến rất cao và phù sa pha sét	30 đến trên 50	Phù hợp	Không phù hợp

Loại đất có thể gặp phải ở bất kỳ đoạn nào của hầm khoan tuyến UMRT2 sẽ phụ thuộc vào vị trí địa lý của hầm và độ sâu của hầm ở vị trí đó. Tổng chiều dài đoạn hầm khoan có quan hệ với việc kéo dài tuyến UMRT về phía nam sông Hồng khoảng 15 km. Hiện mới chỉ có số liệu khoan địa chất hạn chế của khoảng 12 km. Tuy nhiên, dựa trên bán kính hầm máy khoan là 6,2 m, tỷ lệ các dạng đất khác có thể gặp ở độ sâu trung bình khác nhau của hầm được tóm tắt trong Bảng 4.2.2.

Bảng 4.2.2 Độ sâu của hầm và sự phù hợp của loại máy khoan

Độ sâu tới mái hầm (m)	Thái Bình 3-4	Vĩnh Phúc 3	Tổng	Thái Bình 1-2	Vĩnh Phúc 2	Vĩnh Phúc 1	Tổng	Thái Bình 3-4
	EPB	EPB	EPB	DD khoan	DD khoan	DD khoan	DD khoan	EPB
6,2	38%	31%	70%	23%	7%	0%	30%	6,2
12,4	13%	27%	40%	33%	25%	2%	60%	12,4
18,6	0%	0%	0%	25%	68%	7%	100%	18,6

Dựa trên kết quả đánh giá trên, có thể thấy hầu hết các loại đất dọc độ sâu hầm khoan phù hợp nhất cho công tác đào hầm bằng máy đào hầm sử dụng dung dịch khoan. Tuy nhiên, có một số ít khu vực lại phù hợp cho máy khoan cân bằng áp lực đất.

Do đó, tùy thuộc vào kết quả khảo sát kỹ hơn trong gian đoạn tiếp theo, hiện có thể thấy máy khoan hầm lưỡi khoan hỗn hợp (MixShield TBM) là phù hợp nhất cho công tác thi công tuyến UMRT2.

3) Hoạt động của máy khoan trong đất

Dự báo trước tốc độ đào của máy là công việc rất quan trọng giúp đưa ra các giải pháp hỗ trợ tăng năng suất dựa vào số vành hầm lắp được/ca. Các dự án tương tự cho thấy tốc độ khoan ở các hầm lớn có thể đạt 4m/ngày đến 25m/ngày. Một số con số thực hiện điển hình của 2 loại máy khoan hầm MixShield được trình bày trong Bảng 4.4.3. Cần chú ý rằng ở đây, tốc độ khoan hầm của loại máy có đường kính 12 m đạt được tương đương với tốc độ của máy khoan đường kính 7,5 m.

Bảng 4.2.3 Tỷ lệ khoan hầm của máy khoan MixShield

Hoạt động		Lưỡi khoan bán kính 7,5 m	Lưỡi khoan bán kính 12m
Delay for Segments	%	14	6
Can thiệp bằng máy cắt	%	42	37,2
Thời gian máy nghỉ để chuyển đất đào ra	%	12	12
Bảo dưỡng máy/nghiên cứu thăm dò	%	12	12
Khảo sát/nước/thông gió	%	6	6
Sử dụng máy khoan hiệu quả	%	14	27,3
Tốc độ khoan (làm 120 giờ/tuần)	m/tuần	67,2	65,6
	m/năm	3.494	3.411

Đoạn hầm phía nam sông Hồng dài khoảng 15 km trong đó 12 km có thể được xây dựng bằng phương pháp máy khoan hầm. Do đó, nếu là hầm kép, tổng chiều dài hầm cần khoan sẽ là 24 km. Dựa vào tốc độ khoan trong Bảng, thời gian thi công sẽ là 51 tháng (4,25 năm), giả định rằng có hai máy khoan bán kính 6,2 m hoặc một máy khoan bán kính 10,6 m cộng thêm với thời gian di chuyển máy là gần 9 tháng.

4.3 Vượt sông Hồng

1) Các tiêu chí cơ bản liên quan tới đoạn vượt sông Hồng

Theo báo cáo Nghiên cứu Hệ thống giao thông thủy sông Hồng đoạn chảy qua Hà Nội, (tháng 1 năm 2003), theo phân cấp, đoạn sông Hồng gồm cả đoạn từ cầu Thăng Long tới cầu Long Biên được phân loại là đường sông cấp II.

Thông tin về độ tĩnh không của các cầu hiện có được nêu trong Bảng 4.3.1.

Bảng 4.3.1 Tính không thông thuyền của các cầu vượt sông Hồng hiện nay

Cầu	Thang Long	Long Bien
Cao độ từ đáy dầm	21mAHD	15,13mAHD
Mức nước sông Hồng tần suất 5%	9,7mAHD	9,52mAHD
Tĩnh không thông thuyền	11,3m	5,61m

Dựa trên đường sông cấp II, yêu cầu lưu thông tàu thuyền do Đoàn Nghiên cứu xác định cho năm 2010 và sau đó và tương quan được nêu trong Bảng 4.3.2.

Bảng 4.3.2 Đề xuất luồng thông thuyền cho cầu vượt sông Hồng của tuyến UMRT2

Độ sâu tối thiểu của luồng lạch	2.5m
Mức nước thấp nhất	2mAHD
Cao độ tối đa cần thiết của đoạn sông sâu nhất	0,5m
Chiều rộng tối thiểu của luồng lạch	50m luồng 2 làn 150m luồng 4 làn (Ghi chú: báo cáo đề xuất chọn luồng 4 làn)
Tĩnh không thông thuyền	Cấp II, mức nước tần suất 5% + 9m (Ghi chú: do các cầu hiện tại trong cùng đoạn sông chỉ có tĩnh không từ 7 m hoặc nhỏ hơn, Nghiên cứu đề xuất mức nước tần suất 5%+7m. Tuy nhiên, để phục vụ mục tiêu của Nghiên cứu tiền khả thi tuyến UMRT2, tất cả các tiêu chuẩn của đường sông cấp II sẽ được áp dụng).
Cao độ vòm cầu tối thiểu	18,7mAHD
Đoàn tàu thiết kế	600 DWT

2) Địa chất và địa hình

Hiện nay mới chỉ có một lỗ khoan gần khu vực cầu vượt sông Hồng của tuyến UMRT2 đề xuất. Bởi vậy, mặt cắt ngang địa chất đầy đủ của sông Hồng tại vị trí cầu vượt sông Hồng của tuyến UMRT2 đề xuất hiện chưa rõ (ví dụ có lạch ngầm không? Đáy luồng lạch thay đổi như thế nào?). Hơn nữa, hiện cũng không có số liệu địa hình của lòng sông.

Tuy nhiên, sử dụng số liệu hạn chế hiện có, có thể ước tính mặt cắt ngang (xem Hình 4.3.1). Một số thông tin chi tiết về mặt cắt ngang này được trình bày trong Bảng 4.3.3.

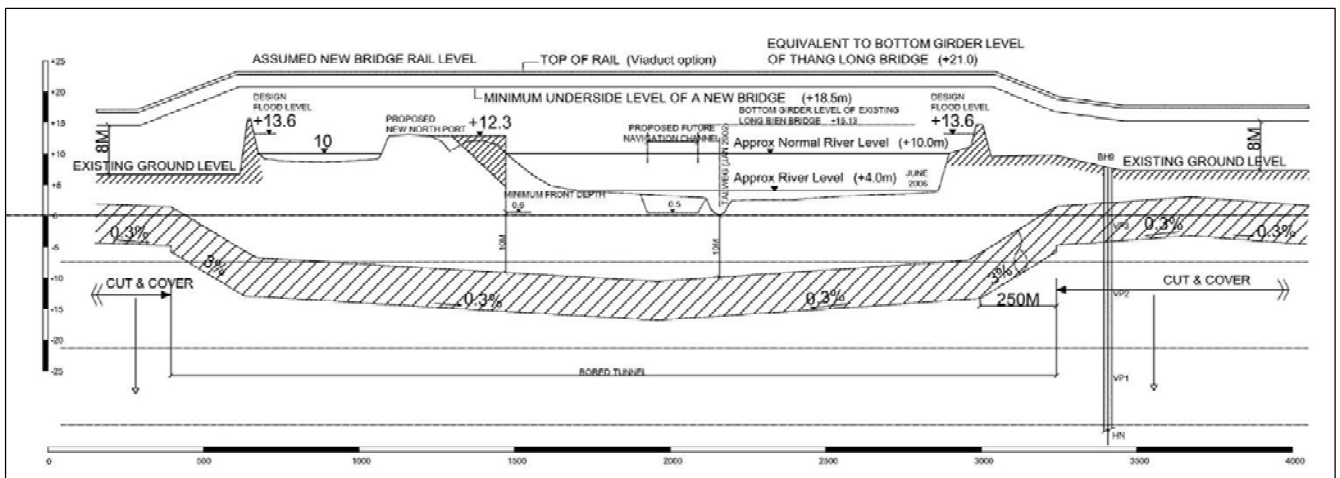
Bảng 4.3.3 Chiều rộng mặt cắt ngang và cao độ mặt đất hiện nay

Khoảng cách giữa đê bờ tả và bờ hữu.	2.420m
Khoảng cách từ phần sâu nhất của luồng lạch sông Hồng tới đê bắc Hồng	1.320m
Khoảng cách từ phần sâu nhất của luồng lạch sông Hồng tới đê hữu Hồng	930m
Cao độ mặt đất giả định, phía bắc của đê bắc Hồng	6,5mAHD
Cao độ mặt đất giả định, phía nam của đê hữu Hồng	7,0mAHD

3) Các phương án vượt sông

Có 2 phương án lựa chọn là hầm hoặc cầu vượt sông như minh họa trong Hình 4.3.1. Các phương án liên quan tới chiều dài của đường dẫn vượt sông Hồng bằng hầm hoặc bằng cầu được trình bày lần lượt trong Bảng 4.3.4 và Bảng 4.3.5.

Hình 4.3.1 Mặt cắt ngang sông Hồng và các phương án vượt sông



Bảng 4.3.4 Vượt sông Hồng bằng hầm ngầm

Bán kính trong giả định của hầm ngầm	5,4 m
Độ dày của vỏ hầm giả định	350 mm
Đường kính đào hầm khoan giả định	6,1 m
Khoảng cách giả định từ đỉnh hầm khoan tới đỉnh nắm ray	4,5 m
Đỉnh hầm giả định tới cao độ mặt đất theo phương pháp đào lấp	3,5 m
Chiều dày đất đắp trên nóc hầm tại cửa đào/lấp	750 mm
Khoảng cách giả định từ đáy hầm tới đỉnh nắm ray trong loại hầm đào lấp	4,6 m
Khoảng cách trung bình từ mặt đất tới đỉnh nắm ray trong loại hầm đào lấp	8,8 m
Cao độ tối đa giả định của đỉnh ray ở đoạn bờ Bắc chỗ hầm thi công kiểm đào lấp	-2,3 mAHD
Cao độ tối đa giả định của đỉnh ray ở đoạn bờ Nam chỗ hầm thi công kiểm đào lấp	-1,8 mAHD
Độ dốc dọc giả định của đường ray đoạn dẫn đến hầm khoan thi công theo kiểu khoan	3%
Khoảng cách theo phương ngang tối đa đoạn ray dốc giả định	250 m
Độ dốc ray tối đa giả định của đoạn còn lại vượt sông thi công bằng phương pháp khoan	0,3%
Phòng chùng tĩnh không tối thiểu đáy sông chỗ sâu nhất đến đỉnh ngoài vỏ hầm khoan	10 m
Cao độ giả định của lưng vòng hầm khoan bên dưới chỗ sâu nhất của sông Hồng tại vị trí đường hầm	-9,5 mAHD

Bảng 4.3.5 Các phương án đường dẫn tới cầu vượt sông Hồng bằng cầu cạn trên không

Cao độ tối thiểu bụng dưới dầm cầu				18,7 mAHD
Khoảng cách giả định từ đáy hầm đến đỉnh ray				2,5 m
Giả định cao độ mặt ray trên cầu				21,2 mAHD
Giả định chiều cao cầu dẫn tính từ đỉnh ray đến mặt đất				8m
Cao độ đỉnh ray giả định của cầu dẫn				15,0 mAHD
Độ chênh hai đầu cầu dẫn				6,2 m
Khoảng cách giả định theo phương ngang tại độ dốc	1 trong 200	0,5%		1.240 m
	1 trong 100	1%		620 m
	1 trong 50	2%		310 m
	1 trong 33,3	3%		207 m
Độ chênh của bờ Nam giữa cầu dẫn và đỉnh ray trong đoạn hầm khoan				16,8 m
Giả định khoảng cách theo phương ngang của cầu dẫn đến hầm khoan từ độ dốc	1 trong 200	0,5%		3.360 m
	1 trong 100	1%		1,680 m
	1 trong 50	2%		840 m
	1 trong 33,3	3%		560 m

Có thể kết luận về các đánh giá trên rằng nếu đường dẫn ban đầu tới sông Hồng là cầu vượt trên không, sau đó sẽ là cầu vượt sông Hồng nếu cầu vượt trên không có độ cao chuẩn tiếp tục kéo dài đến khu vực cách đê hữu Hồng khoảng 1,7 km. Tuy nhiên, sơ bộ đề xuất sử dụng cầu vượt sông do có tính đến các phương án chi phí.

4) Các vấn đề cụ thể về hầm qua sông

Vấn đề cơ bản liên quan đến lựa chọn vượt sông bằng hầm là hiện không có thông tin về địa chất và sự thay đổi của lòng sông. Do đó, cần thực hiện khảo sát địa chất toàn diện trước khi quyết định chọn phương án vượt sông bằng hầm có phù hợp và khả thi hay không.

Tuy nhiên, dựa trên thông tin về lỗ khoan BH9, có thể thấy hầu hết địa chất của phần hầm khoan thuộc thành hệ Vĩnh Phúc 2, cấu tạo từ cát pha sét với các hạt sỏi mật độ từ cao tới trung bình. Thành hệ này có độ thấm cao và là một phần của tầng ngậm nước chính được khai thác ở Hà Nội cung cấp nước sinh hoạt cho thành phố. Do đó, nước trong hầm sẽ là một vấn đề lớn – áp lực nước có thể đạt 200 tới 300 kPa (2 đến 3 bar). Do đó, máy khoan hoạt động theo phương thức tạo chất lỏng dạng sét sẽ được áp dụng để thi công hầm.

Riêng hầm vượt sông Hồng sẽ dài tối thiểu là 2,5 km và khoảng cách giữa các ga ở hai bên hầm vượt sông sẽ dài xấp xỉ 3,5 km. Do đó, cần có ít nhất một lối đi thông ngang. Việc xây dựng lối đi nằm dưới sông này sẽ là một thách thức lớn.

Do hầm có thể bị ngập nên cần phải có cửa xả ngập cả ở hai đầu đường dẫn phía nam và phía bắc dẫn tới hầm khoan dưới sông Hồng.

5) Các vấn đề cụ thể qua sông bằng cầu

Luồng thông thuyền chính trong tương lai cần nhịp cầu có chiều dài 150 m – loại nhịp này tương đối dài so với cầu đường sắt. Do đó, dùng cầu tiêu chuẩn có thể không khả thi. Tuy nhiên, chiều dài nhịp cũng không đủ dài chọn nhịp chính kiểu dây văng. Cho nên, có thể lựa chọn một số kiểu cầu sau:

- (i) Cầu vòm với trụ chính khoảng 250 m một nhịp: đây sẽ là kết cấu thép với chiều cao dầm 1,5 m, đủ cao để khớp với các nhịp kế tiếp.
- (ii) Cầu vòm có khớp với trụ chính 160 m mỗi bên: cầu này có hình dáng tương tự cầu dây văng nhưng tháp không cao. Chiều cao dầm từ 4 đến 5 m với thép dạng lùn khoảng 15 m.
- (iii) Nếu là cầu vòm hẫng có nhịp treo: đường trên sẽ khoảng 10 đến 12 m, có nhịp treo cao khoảng 5 đến 6 m. Tuy nhiên, điều kiện thực địa cho thấy phương án này không khả thi.

Để đảm bảo tính không của luồng thông thuyền, trụ cầu sẽ cao từ 16 đến 17 m và dầm cao khoảng 5 m và được làm rỗng để giảm tải trọng. Trụ cầu rộng 6 m, hình thuôn để cho nước chảy êm làm giảm áp lực lên cầu. Bộ cọc có cao độ đáy sẽ đặt ở vị trí có mực nước thấp nhất và rộng khoảng 10 m, dài 15 m, cao 3 m.

Việc lựa chọn loại cầu dẫn phù hợp thường bị tác động bởi khả năng công nghệ địa phương. Nếu sẵn có kết cấu thép thì nhịp cầu có thể dài 45 m với chiều cao 2 m. Nếu sẵn có dầm bê tông, nhịp cầu sẽ ngắn hơn và thường đúc sẵn là sự lựa chọn tốt nhất, dầm cầu đúc sẵn với nhịp dài 25 m và chiều cao dầm 2 m. Tuy nhiên, tùy thuộc vào điều kiện thực tế, nhịp cầu dẫn dài hơn 70 m có thể phù hợp hơn, trong trường hợp đó, chiều cao dầm sẽ là 4 m, dầm hộp với bản mặt cầu liền.

Tương tự như nhịp cầu chính, trụ dẫn sẽ cao 16 đến 17 m và rộng dọc cầu 2,5 m. Đồng thời, loại dầm hộp rỗng được áp dụng để giảm trọng lượng. Trụ cầu sẽ sườn và có chiều dài ngang cầu khoảng 6m.