



## Đánh giá năng lực phục vụ hành khách của ga trên cao dạng ke ga hai bên thuộc tuyến metro số 1 Bến Thành - Suối Tiên

### Evaluation of passenger service capacity at side platform elevated stations on metro line No.1: Ben Thanh – Suoi Tien

Nguyễn Minh Chiến<sup>1</sup>, Nguyễn Trọng Tâm<sup>2,\*</sup>, Vũ Quang<sup>3</sup>, Chu Phương Nhung<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Viện quản lý và công nghệ số (IUTST), Đại học giao thông vận tải Nga (RUT- MIIT) Moscow – LB Nga

<sup>2</sup> Nhóm nghiên cứu SDCT, Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh

<sup>3</sup> Trường Kinh Tế, Đại học Bách khoa Hà Nội

<sup>4</sup> Trung tâm Đào tạo thiết kế dự án, Trường Đại học Kinh tế - Tài chính Thành phố Hồ Chí Minh

#### Từ khóa:

Đường sắt đô thị  
Mức độ phục vụ  
Mô hình mô phỏng  
Ga trên cao  
Ke ga hai bên

#### TÓM TẮT

Nghiên cứu phát triển mô hình mô phỏng ga trên cao dạng ke ga hai bên thuộc tuyến metro số 1 Bến Thành - Suối Tiên (trường hợp ga Thảo Điền). Các thử nghiệm đã được tiến hành nhằm đánh giá năng lực phục vụ hành khách (HK) của ga. Dựa trên hệ thống phân loại đánh giá hiệu suất vận hành (Level of Service - LOS) và các chỉ số hoạt động, nhóm tác giả đã phân tích, xác định năng lực của ga trong các điều kiện khác nhau. Trên cơ sở đó, nghiên cứu thảo luận các giải pháp nâng cao năng lực và phát triển mô hình mô phỏng của ga.

#### Keywords:

Urban Railway  
Level of Service  
Simulation model  
Elevated Station  
Side Platforms

#### ABSTRACT

This study develops a simulation model for an elevated side-platform station on Metro Line No. 1 Bến Thành – Suối Tiên, focusing on Thảo Điền Station. Experiments were conducted to evaluate the station's passenger service capacity. Based on the Level of Service (LOS) classification system and performance indicators, the authors analyzed and identified the station's capacity under various conditions. Accordingly, the study discusses solutions to improve capacity and further develop the station's simulation model.

### 1. Giới thiệu

Tuyến metro số 1 (Bến Thành – Suối Tiên) đi vào hoạt động đánh dấu bước ngoặt quan trọng trong hệ thống giao thông công cộng của TP. Hồ

Chí Minh. Tuyến dài 19,7 km với 14 ga (3 ga ngầm và 11 ga trên cao), kết nối trung tâm thành phố với khu vực phía Đông. Trong đó, các ga trên cao dạng ke ga hai bên (side-platform elevated stations) chiếm đa số [1]. Đây là loại hình nhà ga có hai sân

\* Nguyễn Trọng Tâm, Nhóm nghiên cứu SDCT, Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh  
Email: [trongtam.nguyen@ut.edu.vn](mailto:trongtam.nguyen@ut.edu.vn)

<https://www.doi.org/10.55228/JTST140504>

Ngày nhận bài: 11/6/2025; Ngày nhận bài sửa: 20/8/2025; Ngày chấp nhận đăng: 25/8/2025

Ngày xuất bản trực tuyến: 15/9/2025

pISSN: 1859-4263; eISSN: 3030-4261

ga độc lập nằm hai bên đường ray, đón và tiễn khách theo từng hướng tàu riêng biệt. Ga Thảo Điền là một nhà ga trên cao thuộc tuyến metro số 1, nằm tại phường Thảo Điền, TP. Thủ Đức. Khu vực này tập trung đông dân cư và các điểm đến thương mại, do đó ga Thảo Điền được dự báo sẽ có lượng khách lên/xuống đáng kể khi metro vận hành. Việc đánh giá năng lực phục vụ hành khách của ga Thảo Điền có ý nghĩa quan trọng để kiểm chứng thiết kế nhà ga và đề xuất các giải pháp vận hành phù hợp.

Tuyến metro số 1 (Bến Thành – Suối Tiên) chính thức khai thác từ ngày 22/12/2024 [2]. Sau khoảng nửa năm vận hành (đến giữa tháng 6/2025), tuyến đã phục vụ trên 10 triệu lượt hành khách; bình quân giai đoạn 6 tháng đầu năm 2025 khoảng 59.023 lượt/ngày; vào cuối tuần có ngày vượt 76.000 lượt[3]. Ga Thảo Điền đặt trong khu dân cư – thương mại sầm uất của TP. Thủ Đức; phường Thảo Điền có diện tích 3,73 km<sup>2</sup>, dân số năm 2021 là 20.507 người (mật độ 5.497 người/km<sup>2</sup>), cao hơn mức trung bình của TP.HCM khoảng 4.375 người/km<sup>2</sup> (năm 2021)[4]. Khu vực lân cận tập trung nhiều tiện ích quy mô lớn, tiêu biểu như Vincom Mega Mall Thảo Điền (tổng diện tích xây dựng khoảng 100.000 m<sup>2</sup>). Về kết cấu, ga Thảo Điền là ga trên cao, bố trí ke hai bên; cấu trúc ga trên cao chiếm đa số của tuyến (11/14 ga)[5]. Do đó, lựa chọn ga Thảo Điền làm trường hợp nghiên cứu có ý nghĩa đại diện, cho phép rút ra hàm ý tham chiếu cho phần lớn các ga trên cùng tuyến.

Một trong những nhiệm vụ ưu tiên của chính sách vận tải đô thị là phát triển và chuyển đổi nhanh chóng cơ sở hạ tầng vận tải hành khách trong bối cảnh nhu cầu liên tục tăng. Mô hình mô phỏng là cách hiệu quả nhất để giải quyết các vấn đề tối ưu hóa cấu trúc cơ sở hạ tầng giao thông có tính đến đa dạng các tình huống vận chuyển. Khi nghiên cứu năng lực phục vụ của ga trên cao Thảo Điền, nhóm tác giả đi sâu vào các hoạt động của hành khách (HK) và lịch trình tàu. Các hoạt động trên đều là các sự kiện khác nhau tương tác ảnh hưởng đến toàn bộ hoạt động của tuyến, do đó để phân tích năng lực vận hành của ga, nghiên cứu này sử dụng mô hình mô phỏng sự kiện rời rạc, phương pháp này cho phép tái hiện chi tiết các sự

kiện và tương tác của chúng trong vận hành ga metro.

## 2. Xây dựng mô hình

### 2.1. Cấu trúc cơ sở hạ tầng của ga Thảo Điền và thiết lập dữ liệu kịch bản mô phỏng

Sự độc đáo của cách tiếp cận mô phỏng sự kiện rời rạc cho phép tái cấu trúc và phương án hoạt động khác nhau mà không cần đầu tư tài chính đáng kể cho phép đánh giá hiệu suất hoạt động. Cần lưu ý rằng kết quả của mô phỏng trực tiếp phụ thuộc vào chất lượng của thông số dữ liệu đầu vào, do đó khi xây dựng mô hình trước hết cần làm rõ cấu trúc cùng các dữ liệu kịch bản mô phỏng.

Ga Thảo Điền gồm 3 tầng chính thể hiện trong Hình 1, bao gồm: tầng trệt là khu vực lối vào (kết nối với đường phố và bãi đỗ xe/buýt), tầng 1 là sảnh trung chuyển và khu vực mua vé/soát vé, tầng 2 là sân ga hai bên (ke ga) nơi đón tiễn tàu [1]. Hành khách từ tầng trệt đi lên tầng trung chuyển, qua cổng soát vé rồi tiếp tục lên tầng ke ga bằng thang bộ hoặc thang cuốn. Mỗi ke ga phục vụ một hướng tàu, không có kết nối ngang giữa hai ke (hành khách muốn đổi hướng phải xuống lại tầng trung chuyển). Thiết kế ga đảm bảo có đầy đủ thang bộ, thang máy và thang cuốn hiện đại, thuận tiện cho lưu thông hành khách.

Trong giai đoạn đầu khai thác, mỗi đoàn tàu tuyến metro số 1 có 3 toa với sức chứa 930 HK và có thể nâng lên 6 toa với sức chứa 1860 HK, chạy từ 5 giờ sáng đến 23 giờ 30 phút với tần suất 5–10 phút/chuyển tùy thời điểm, số lượng HK lên và xuống ga chiếm khoảng 5% sức chứa tàu (giờ trung bình) và 10% sức chứa tàu (giờ cao điểm). Để đơn giản, mô hình giả định dòng hành khách đối xứng tức là số lượng HK xuống tàu bằng HK lên tàu và luồng HK được chia đều cho mỗi hướng. Dựa trên lịch trình này, nghiên cứu đặt ra 4 kịch bản mô phỏng như sau:

- *Kịch bản 1:* Ga phục vụ đoàn tàu 3 toa. Tàu đến ga 5 phút/chuyển (tần suất 12 chuyến/giờ mỗi hướng) vào giờ cao điểm. Giả định này nhằm mô phỏng tình huống “trung bình” về tải HK qua ga tương đương 5% hành khách lên xuống tàu;
- *Kịch bản 2:* Ga phục vụ đoàn tàu 3 toa. Tàu đến ga mỗi 5 phút/chuyển (tần suất 12

chuyển/giờ mỗi hướng). Giả định này nhằm mô phỏng tình huống “cao điểm” về tải HK qua ga (vừa có dòng lên và xuống đáng kể) tương đương 10% hành khách lên xuống tàu;

- *Kịch bản 3:* Ga phục vụ đoàn tàu 6 toa. Tàu đến ga mỗi 5 phút/chuyến (tần suất 12 chuyến/giờ mỗi hướng). Giả định này nhằm mô phỏng tình huống “trung bình” về tải HK qua ga (vừa có dòng lên và xuống đáng kể) tương đương 5% HK lên xuống tàu;

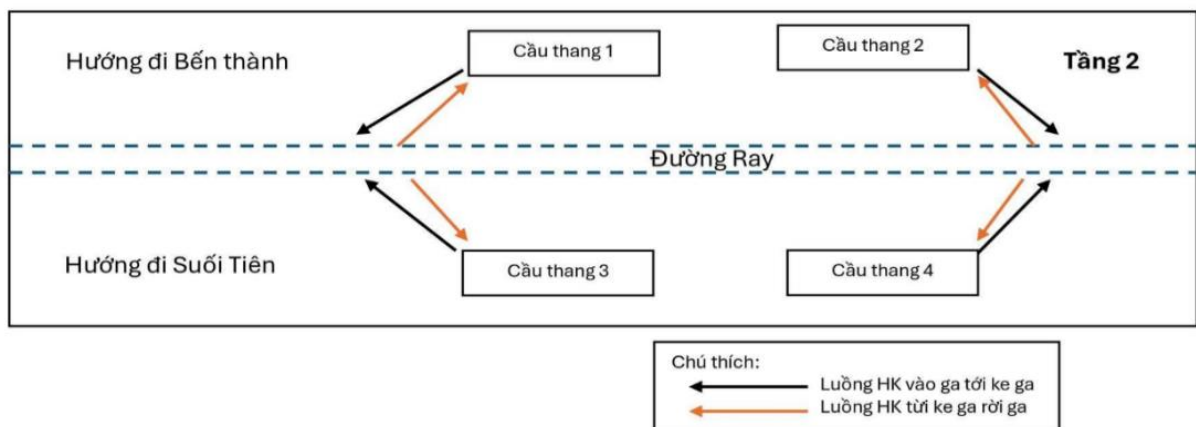
- *Kịch bản 4:* Ga phục vụ đoàn tàu 6 toa. Tàu đến ga mỗi 5 phút/chuyến (tần suất 12 chuyến/giờ mỗi hướng). Giả định này nhằm mô phỏng tình huống “cao điểm” về tải HK qua ga (vừa có dòng lên và xuống đáng kể) tương đương 10% hành khách lên xuống tàu.

Khi đánh giá các trường hợp, nhóm tác giả nhận thấy kịch bản 2, 3 tổng số lượng HK lên và xuống tương đương nhau (~1116 HK/giờ mỗi hướng), do đó trong khuôn khổ của nghiên cứu kịch bản 2, 3 được gộp chung gọi là kịch bản 2(3).

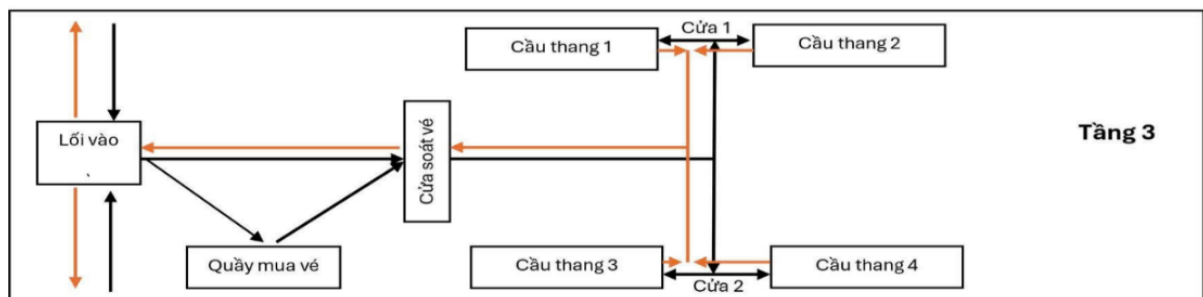
Xây dựng mô hình đánh giá năng lực phục vụ của ga, nhóm tác giả tập trung đánh giá quá trình phục vụ trong quá trình HK mua vé đến ke ga và ngược lại. Để mô tả đầy đủ mô hình trước tiên cần thiết lập sơ đồ luồng HK của ga. Nhóm tác giả đã nghiên cứu thiết kế cũng như thực địa từ đó sơ đồ luồng HK của ga Thảo Điền được trình bày trong Hình 1.

Nhóm nghiên cứu tổng hợp các số liệu đầu giả định, được thể hiện trong Bảng 1.

a)



b)



**Hình 1.** Sơ đồ luồng HK ga Thảo Điền. (a) Sơ đồ tiếp cận tầng 2, (b) Sơ đồ tiếp cận tầng 3.

**Bảng 1.** Dữ liệu đầu vào của mô hình [2,3,4,5].

Kịch bản		1	2(3)	4
Giá trị				
Tốc độ HK (m/s)			1,2 -1,6	
Số cặp tàu (cặp tàu/giờ)			12	
Số toa		3	3(6)	6
Lưu lượng HK lên xuống tàu (% của sức chứa tối đa của tàu)		5%	10%(5%)	10%
Số lượng HK theo hướng lên tàu (số HK)	Có vé sẵn	~550	~1100	~2200
	Phải mua vé	~550	~1100	~2200
	Cầu thang 1	~275	~550	~1100
	Cầu thang 2	~275	~550	~1100
	Cầu thang 3	~275	~550	~1100
	Cầu thang 4	~275	~550	~1100
	Tổng	~1100	~2200	~4400
Số lượng HK theo hướng xuống tàu (số HK)	Cầu thang 1	~275	~550	~1100
	Cầu thang 2	~275	~550	~1100
	Cầu thang 3	~275	~550	~1100
	Cầu thang 4	~275	~550	~1100
	Tổng	~1100	~2200	~4400
Tốc độ của thang cuốn (m/s)			0,5	
Chiều dài ga (m)			137,5	
Chiều rộng ga (m)			22	
Diện tích ga (m <sup>2</sup> )			3000	
Số lượng quầy bán vé			3	
Số lượng cửa soát vé vào ga			2	
Số cửa soát vé ra khỏi ga			2	

## 2.2. Xây dựng mô hình mô phỏng

Mô hình sự kiện rời rạc ga Thảo Điền được xây dựng trong phần mềm AnyLogic sử dụng Thư viện Mô phỏng Người đi bộ (Pedestrian library) để mô phỏng hành vi của HK và đường sắt (Rail library) để mô phỏng hoạt động của tàu trong công cụ AnyLogic cho phép mô phỏng các sự kiện luồng di chuyển của HK với các kịch bản khác nhau[7,8,9,10].

Hình dạng không gian ga Thảo Điền được tái hiện dựa trên sơ đồ mặt bằng thực tế Hình 1, Hình 2. Nhóm tác giả đã xây dựng mô hình mô phỏng trên phần mềm AnyLogic gồm 3 phần: cấu trúc cơ sở hạ tầng, các sự kiện, biểu đồ.

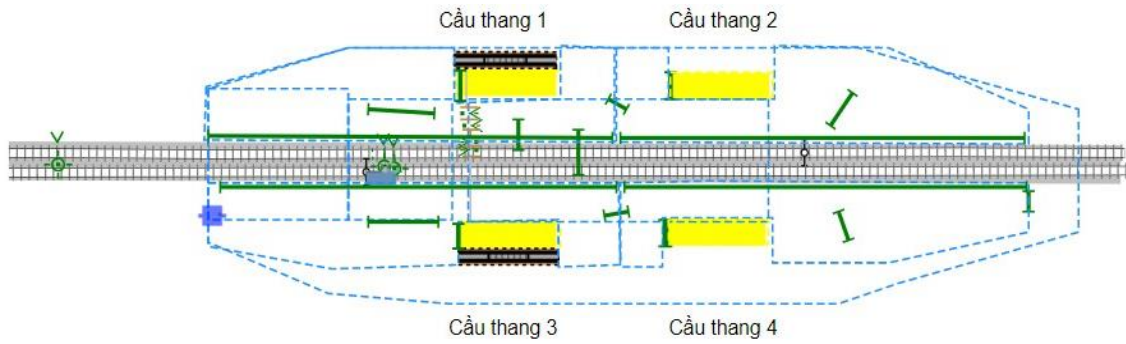
Phần 1 là cấu trúc bố trí cơ sở hạ tầng với tỉ lệ 1m (trên thực tế) = 4pixel (trong mô hình) của ga, các cấu trúc trong ga được mô phỏng (2D và 3D) bao gồm: quầy mua vé, cửa soát vé, cầu thang bộ, cầu thang cuốn, ke ga, tàu và hệ thống đường ray. Các cấu trúc này được thể hiện trong Hình. Phần 2 (**Error! Reference source not found.**) là các sự kiện logic để mô phỏng các hành vi của HK, tàu trong không gian được xây dựng của phần 1. Các sự kiện được mô phỏng bao gồm: tàu đến ga và rời ga, HK mua vé, HK qua cửa soát vé, HK qua các cầu thang, HK lên ke ga, HK lên xuống tàu. Phần 3 (Hình ) thể hiện bảng và biểu đồ thời gian di chuyển của HK theo các hướng.

Trong phần 2 bao gồm nhiều khối khác nhau mô phỏng các hành động (sự kiện) xảy ra với các chủ thể ( tàu, người đi bộ). Các khối được mô tả chi tiết trong bảng 2.

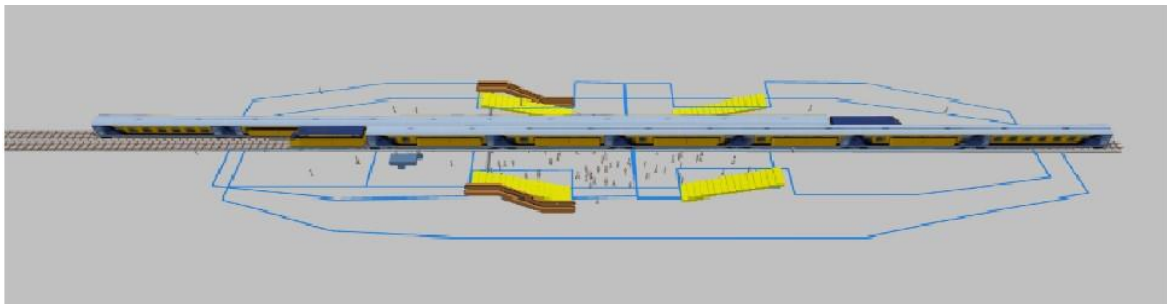
**Bảng 2.** Mô tả các khối trong mô phỏng [8,9].

Stt	Khối	Tên	Mô tả
1		trainSource	- Sự xuất hiện của tàu (5 phút/chuyến)
2		trainMoveTo	- Sự di chuyển của tàu
3		delay	- Tàu chờ nhận đón khách tại ga
4		trainDispose	- Đối tượng tàu được xóa khỏi sự kiện
5		pedSource	- Sự xuất hiện của HK
6		pedSelectOutput	- Sự phân phối các luồng HK
7		pedWait	- HK chờ mua vé, qua cửa soát vé, chờ tàu
8		pedService	- HK xếp hàng mua vé, qua cửa soát vé
9		pedGoTo	- Sự di chuyển của HK
10		pedEscalator	- HK đi qua thang cuốn
11		pedSink	- Đối tượng HK được xóa khỏi sự kiện

a)

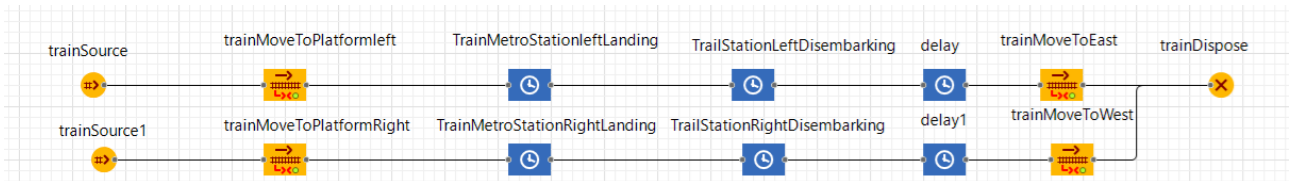


b)

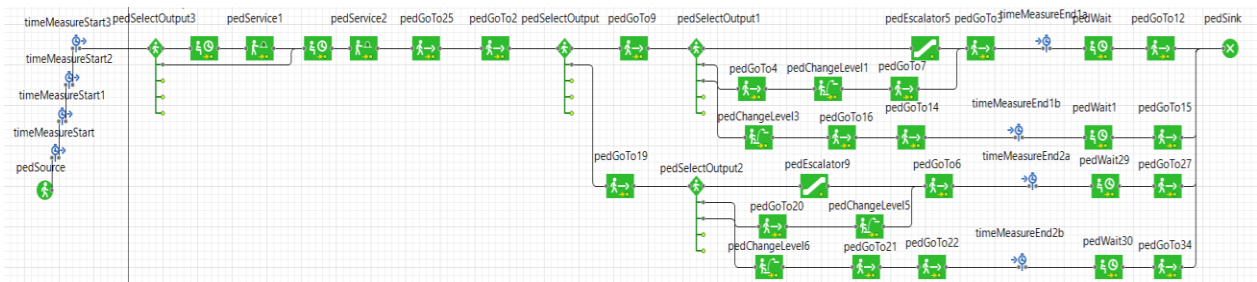


Hình 2. Cấu trúc cơ sở hạ tầng trong mô hình mô phỏng. (a) Mặt bằng 2D, (b) Sơ đồ 3D.

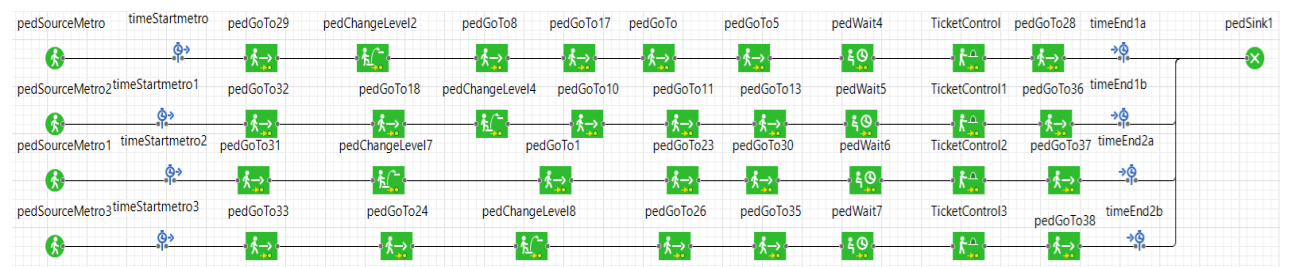
a)



b)



c)



Hình 3. Các sự kiện logic trong mô hình mô phỏng. (a) Sự kiện hoạt động của tàu. (b) Sự kiện hành khách vào ga tới ke ga. (c) Sự kiện hành khách xuống tàu rời khỏi ga.

Phần 3 thể hiện đồ thị thời gian di chuyển của HK, khi thực hiện thí nghiệm với kịch bản khác nhau, mỗi đối tượng HK khi tham gia mô hình sẽ

được gán một biến “timeStartmetro” và khi rời khỏi mô hình một biến khác “timeEnd = time()”, thời gian di chuyển của hành khách sẽ được tính bằng “timeEnd – timeStartmetro”.

a)

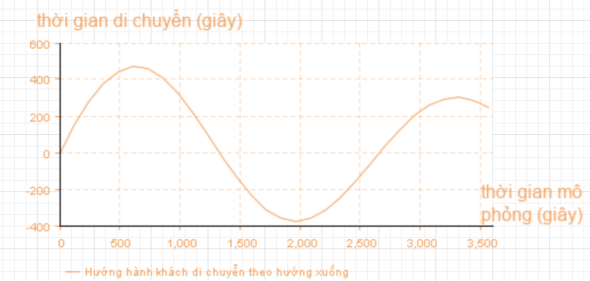
thời gian di chuyển của HK theo hướng lên

		1	2	3	4	Cà ga
Thời gian di chuyển	max	0	0	0	0	0
	trung bình	0	0	0	0	0
	min	0	0	0	0	0

thời gian di chuyển của HK theo hướng xuống

		1	2	3	4	Cà ga
Thời gian di chuyển	max	0	0	0	0	0
	trung bình	0	0	0	0	0
	min	0	0	0	0	0

b)



Hình 4. Định dạng xuất kết quả. (a) Định dạng bản biểu, (b) Định dạng sơ đồ.

### 2.3. Phương pháp nghiên cứu hiệu suất phục vụ

Nghiên cứu đầu tiên về hiệu suất phục vụ được phát triển trong nghiên cứu “Traffic Engineering Handbook” [11], tuy nhiên, các tiêu chuẩn này chỉ phản ánh công suất tối đa mà không đánh giá mức độ thuận tiện của người đi bộ trong quá trình di chuyển.

Các nghiên cứu tiếp theo đã làm rõ thang đo cụ thể hình thành khái niệm (Level of Service – LOS) với các đối tượng khác nhau (người đi bộ, phương tiện,...). Một trong những nghiên cứu đầu tiên về LOS của Baerwald, J. E [11] theo đó có sáu cấp độ phục vụ từ A đến F:

- A - Rất thông thoáng: hành khách đi thoải mái, không cản trở, tốc độ tối đa;
- B - Thoải mái: ít va chạm, có thể vượt người khác;
- C - Bắt đầu có va chạm nhẹ: tốc độ giảm, hành khách phải né nhau nhiều;
- D - Đông – dòng người chậm lại, không vượt được, có xung đột;

• E - Rất đông – gần như phải đi từng bước, nguy cơ tắc nghẽn;

• F- Tắc nghẽn – dòng người tắc nghẽn, mất kiểm soát, có thể gây ùn ứ cầu thang.

Giá trị thang đo được xác định dựa trên phương trình cổ điển của dòng giao thông [11].

$$q = u.k \quad (1)$$

Trong đó:

$q$ : Lưu lượng trung bình (phương tiện/s/m bề rộng);

$u$ : Tốc độ trung bình (m/s);

$k$ : Mật độ trung bình (số đối tượng trên mỗi đơn vị diện tích).

Các tiêu chuẩn này cho phép đánh giá rõ hơn về mối quan hệ lưu lượng, tốc độ, mật độ và mức độ thuận tiện cho đối tượng. Các nghiên cứu tiếp theo của John J. Fruin [12] đã đánh giá, làm rõ thang đo cho các mức phục vụ của người đi bộ, tuy nhiên trong nghiên cứu này chỉ đánh giá trong trường người đi liên tục. Nghiên cứu mức độ phục vụ với

trường hợp di chuyển không liên tục, chờ hoặc xếp hàng được tiếp tục phát triển bởi các nghiên cứu của Ban nghiên cứu giao thông Hoa Kỳ [13] và các

nghiên cứu thang đo mức độ phục vụ của các ga đường sắt, metro được nhóm tác giả tổng hợp trong bảng 3.

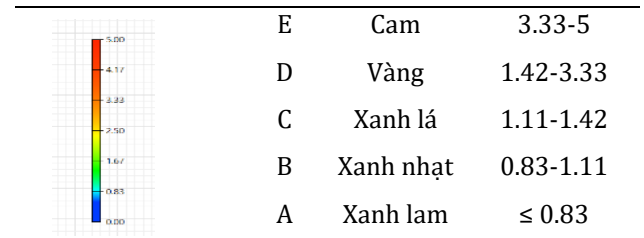
**Bảng 3.** So sánh thang đo của các nghiên cứu trước.

Không gian áp dụng	Giá trị thang đo					
	A	B	C	D	E	F
Khu vực di chuyển liên tục [12]	$\leq 0.31$	0.31-0.43	0.43-0.72	0.72-1.08	1.08-2.15	$\geq 2.15$
Khu vực di chuyển liên tục [13]	$\leq 0.31$	0.31-0.43	0.43-0.72	0.72-1.11	1.08-2.15	$\geq 2$
Khu vực có xếp hàng, chờ [13]	$\leq 0.83$	0.83-1.11	1.11-1.42	1.42-3.33	3.33-5	$\geq 5$
Khu vực có xếp hàng, chờ [14]	$\leq 0.83$	0.83-1.11	1.11-1.42	1.42-3.33	3.33-5	$\geq 5$
Khu vực có xếp hàng, chờ [15]	$\leq 0.83$	0.83-1.08	1.08-1.54	1.54-3.27	3.37-5.26	$\geq 5.26$

Trong khuôn khổ của nghiên cứu, nhóm tác giả tập trung mô phỏng hành vi HK qua quầy mua vé và cửa soát vé tạo thành các luồng HK di chuyển không liên tục, do đó để đánh giá năng lực phục vụ của ga Thảo Điền, nhóm tác giả sử dụng thang đo 5 được thể hiện chi tiết trong bảng 4.

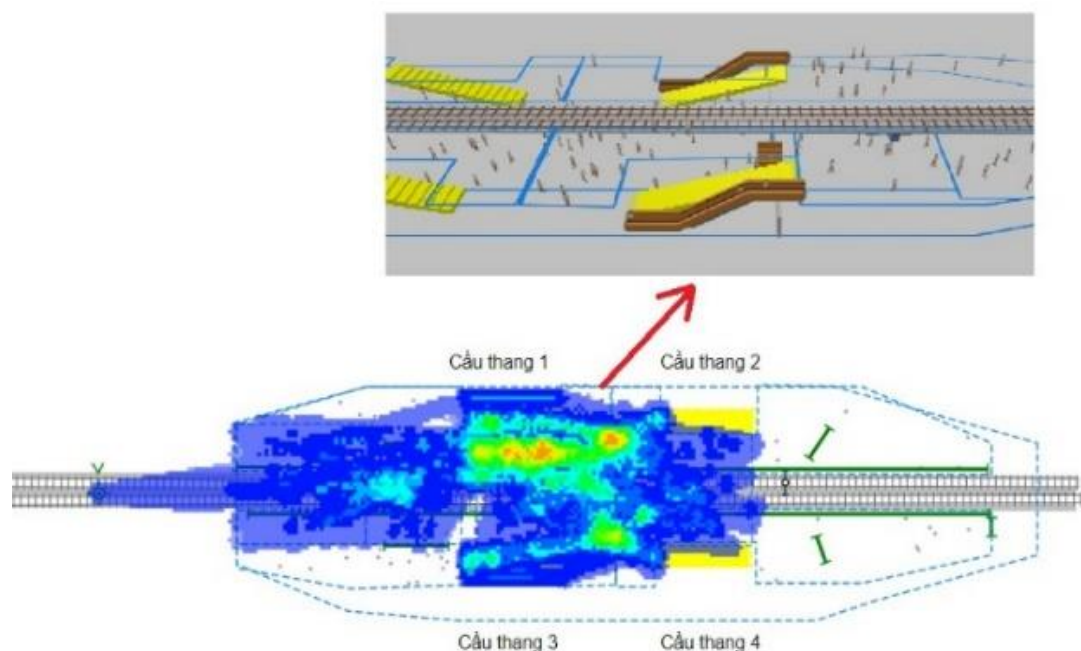
**Bảng 4.** Mức độ phục vụ được sử dụng trong mô hình [12, 13, 14, 15].

Thang thang đo (trong mô hình)	LOS	Màu	Mật độ (HK/m <sup>2</sup> )
	F	Đỏ	$\geq 5$



### 3. Kết quả và thảo luận

Các thí nghiệm đã được thực hiện với các kịch bản 1, 2(3), 4, kết quả thí nghiệm được thể hiện chi tiết trong hình 5-10.



**Hình 5.** Mật độ kịch bản 1.

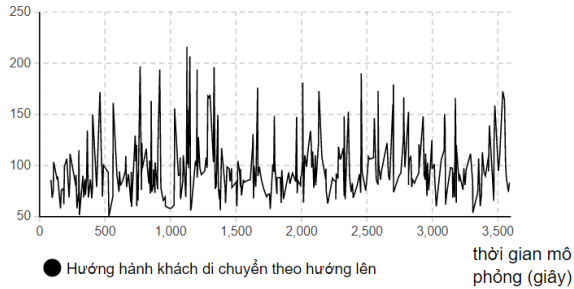
thời gian di chuyển của HK theo hướng lên

cầu thang	1	2	3	4	Cả ga
max	216.117	204.571	194.448	184.05	216.117
trung bình	97.053	85.253	93.222	87.535	90.766
min	50.447	49.804	50.764	48.942	48.942

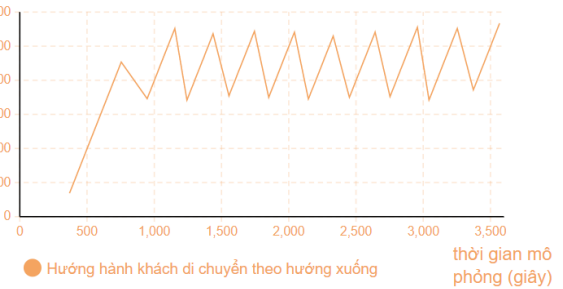
thời gian di chuyển của HK theo hướng xuống

cầu thang	1	2	3	4	Cả ga
max	567.075	573.375	570.95	560.45	573.375
trung bình	433.782	435.365	427.324	425.779	430.563
min	68.475	56.775	65.15	69.95	56.775

thời gian di chuyển (giây)



thời gian di chuyển (giây)

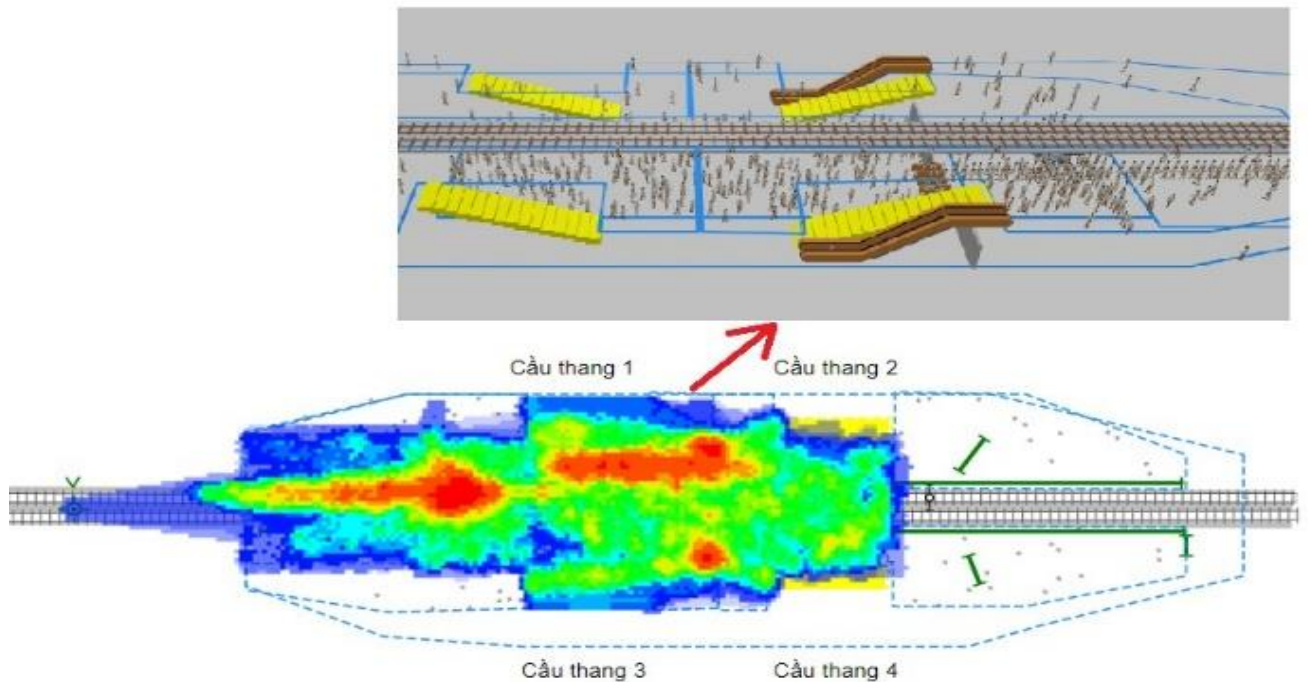


Hình 6. Thời gian kịch bản 1.

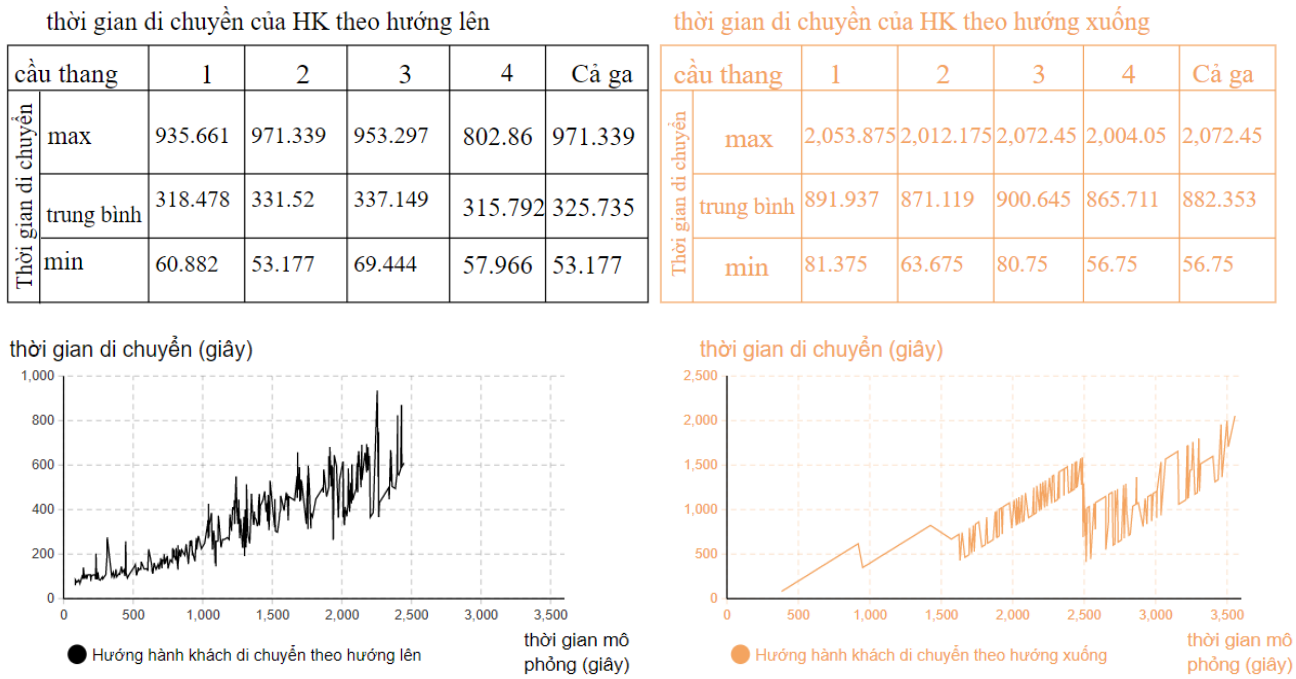
Từ kết quả thử nghiệm, cho thấy:

- Kịch bản 1 mật độ HK di chuyển khá thoải mái (đa số ở mức LOS A, B), có 1 số thời điểm có tình trạng mật độ cao (LOS F) ở 1 số điểm tại chân cửa soát vé nhưng chỉ mang tính thời điểm. Sự tắc nghẽn này chỉ xảy ra ở hướng ra khỏi ga, do lượng

HK xuống tàu cùng 1 lúc và rời khỏi ga với 2 cửa ra thì lượng hành khách vẫn cần xếp hàng với chu kỳ khoảng 250 giây và thời gian di chuyển trung bình 430 giây (thể hiện cụ thể trong hình 6). Bên cạnh đó ở hướng vào ga, HK di chuyển khá thoải mái với thời gian trung bình là 91 giây không chênh lệch quá lớn so với thời gian min (49 giây);



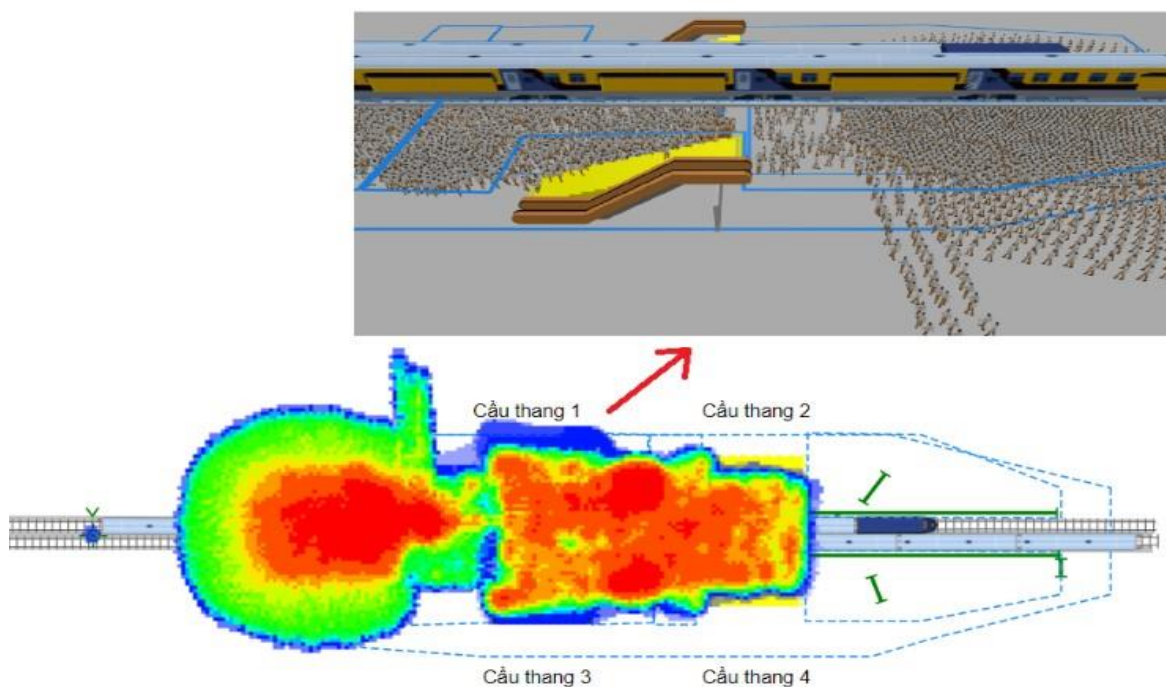
Hình 7. Mật độ kịch bản 2(3).



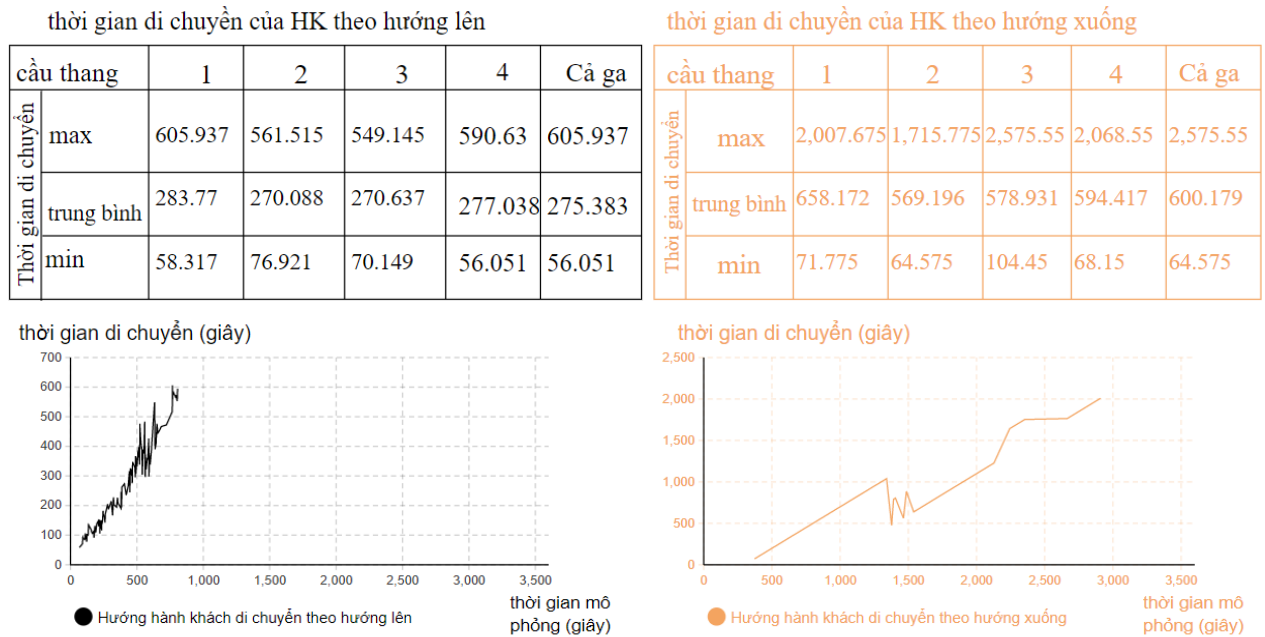
Hình 8. Thời gian kịch bản 2(3).

- Kịch bản 2 (3) mật độ HK tắc nghẽn cao LOS F ở vị trí cửa soát vé (hình 7), và đến phút thứ 43 ga không thể tiếp nhận HK. Trong đồ thị hình 8 thể hiện thời gian di chuyển của hành khách liên tục tăng qua thời gian. Thời gian trung bình cũng tăng lên đáng kể so với kịch bản 1 trong đó hướng vào ga là 326 giây và ra khỏi ga là 882 giây;

- Kịch bản 4 mật độ HK tắc nghẽn cao (LOS F) ở mọi vị trí trên toàn bộ ga, ga không thể phục vụ từ phút thứ 15. Thời gian trung bình hướng vào ga là 275 giây và ra khỏi ga là 600 giây, thời gian này nhỏ hơn so với kịch bản 2(3) mặc dù kịch bản 4 được đánh giá là tắc nghẽn cao hơn là do ga đã không thể phục vụ lượng HK từ phút thứ 15.



Hình 9. Mật độ kịch bản 4.



Hình 10. Thời gian kịch bản 4.

Tóm lại, kết quả mô phỏng chỉ ra năng lực vận hành của ga Thảo Điền với kịch bản 1 ga hoạt động bình thường, kịch bản 2(3) ga hoạt động với độ tắc nghẽn cao (dừng phục vụ sau 43 phút hoạt động) và kịch bản 4 ga quá tải không thể phục vụ HK. Điểm tắc nghẽn chính được chỉ ra trong mô hình là khu vực soát vé chỉ với 2 cửa ra, 2 cửa vào. Dù sảnh ga khá rộng, nhưng năng lực thông qua của cổng bị giới hạn bởi tốc độ và số lượng máy quét vé. Khi lượng người tăng gấp đôi, ngay lập tức hình thành hàng đợi dài hơn, làm tăng mật độ cục bộ và thời gian thoát ga. Trong kịch bản xấu nhất, ga rơi vào cảnh HK ùn lại ở cổng, dòng người có thể lan ngược lên cầu thang và sân ga, tạo hiệu ứng “kẹt cứng” dây chuyền.

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu đã ứng dụng mô phỏng vi mô để đánh giá chi tiết năng lực phục vụ hành khách của ga trên cao hai bên (trường hợp ga Thảo Điền, tuyến metro số 1 Bến Thành – Suối Tiên). Kết quả cho thấy trong điều kiện vận hành hiện tại với đoàn tàu trường hợp 1 - 3 toa (5% sức chứa HK lên và xuống tàu), ga đáp ứng tốt nhu cầu, các khu vực hoạt động ở LOS A,B,C (chấp nhận được). Tuy nhiên, khi lưu lượng hành khách tăng lên đáng kể với lượng HK lên xuống là 10% sức chứa tàu hoặc với đoàn tàu 6 toa, các điểm nút cổ chai trong ga (đặc biệt khu cổng vé) bị quá tải cục bộ, rơi vào

mức LOS F, gây ùn tắc và tăng thời gian di chuyển của HK, thậm chí gây dừng hoạt động cho ga.

Trên cơ sở mô hình đã phát triển, đã xác định được chi tiết các vấn đề năng lực phục vụ của ga, từ đó các nghiên cứu sâu hơn sẽ được tiến hành đưa ra các giải pháp đề xuất và thử nghiệm trên mô hình đã phát triển giúp đơn vị vận hành có phương án tổ chức hợp lý, đảm bảo mức độ phục vụ HK ở mức cao, đồng thời duy trì được hiệu suất khai thác của tuyến metro.

Mô phỏng đã được chứng minh là một công cụ có giá trị trong việc phân tích quá trình vận hành phức tạp, cung cấp khả năng đánh giá tác động của các biến số và kịch bản khác nhau đến hiệu suất hoạt động tổng thể của các cơ sở hạ tầng giao thông. Tuy nhiên, để hình thành mô hình mô phỏng hoạt động hiệu quả đòi hỏi sự tham gia của các chuyên gia từ nhiều lĩnh vực khác nhau. Các chuyên gia trong lĩnh vực hạ tầng giao thông, kỹ thuật vận tải, kinh tế, công nghệ thông tin, cũng như sinh thái và phát triển bền vững đóng vai trò quan trọng. Một cách tiếp cận tích hợp, bao gồm nhiều khía cạnh và yếu tố, cho phép phân tích và giải quyết sâu sắc các vấn đề liên quan đến bố trí hạ tầng, vận hành và tích hợp vào mạng lưới hậu cần tổng thể.

## Đóng góp của các tác giả trong bài báo

Tác giả **Nguyễn Minh Chiến**: Phương pháp, Lập mô hình mô phỏng, Phân tích dữ liệu, Viết - bản thảo. Tác giả **Nguyễn Trọng Tâm**: Biên soạn dữ liệu, Phân tích dữ liệu, Xác thực, Viết - bản thảo gốc, Phản hồi phản biện, Tác giả liên hệ. Tác giả **Vũ Quang**: Phân tích dữ liệu, Hỗ trợ chỉnh sửa bản thảo. Tác giả **Chu Phương Nhung**: Phân tích dữ liệu, Hỗ trợ chỉnh sửa bản thảo.

## Tuyên bố không xung đột lợi ích và cam kết bản quyền

Các tác giả tuyên bố về sự không xuất hiện những xung đột tiềm ẩn từ nghiên cứu này, và cam kết bài báo chưa từng được công bố trước đây.

## Tài liệu tham khảo

- [1] Achieve Realty VN, "Tất tần tật về Metro TP.HCM: Tuyến Bến Thành - Suối Tiên từ A-Z," *AchieveReal.com*, 25-11-2024. Có tại: <https://achievereal.com/tat-tan-tat-ve-metro-tphcm-tuyen-ben-thanh-suoi-tien-tu-a-z/379/>. Truy cập: 30-06-2025.
- [2] Japan International Cooperation Agency (JICA), "Inauguration of Vietnam's First Underground Urban Metro Line in Ho Chi Minh City," *JICA Press Release*, Dec. 25, 2024. Available: [https://www.jica.go.jp/english/information/press/2024/20241225\\_21.html](https://www.jica.go.jp/english/information/press/2024/20241225_21.html). Accessed: 30-Jun-2025.
- [3] Tuổi Trẻ Online, "Metro số 1 chạm mốc 10 triệu lượt khách sau nửa năm vận hành," 16-06-2025. Có tại: <https://tuoitre.vn/metro-so-1-cham-moc-10-trieu-luot-khach-sau-nua-nam-van-hanh-20250616144630017.htm>. Truy cập: 30-06-2025.
- [4] Cổng Thông tin điện tử Chính phủ, "Đô thị Sài Gòn - TPHCM, diện mạo đổi thay sau gần 50 năm," 01-05-2024. Có tại: <https://tphcm.chinhphu.vn/do-thi-sai-gon-tphcm-dien-mao-doi-thay-sau-gan-50-nam-101240501084251416.htm>. Truy cập: 30-06-2025.
- [5] UTRACON Vietnam Co., Ltd., "Vincom Thảo Điền - HCMC (Project page)," n.d. Có tại: <https://utraconvietnam.com/projects/Vincom-Thao-Dien-HCMC/443.aspx>: Truy cập: 30-06-2025.
- [6] Traveloka, "Metro số 1 Bến Thành - Suối Tiên: Hành trình 'lột xác' giao thông Sài Gòn," *Traveloka Explore*, n.d. Có tại: <https://www.traveloka.com/vi->

## Chia sẻ dữ liệu theo yêu cầu

Dữ liệu sẽ được cung cấp theo yêu cầu.

---

1<sup>st</sup> Nguyen Minh Chien. *Institute of Management and Digital Technology (IUTST), Russian University of Transport (RUT- MIIT) Moscow - Russian Federation*

2<sup>nd</sup> Nguyen Trong Tam\*. *SDCT Research Group, University of Transport Ho Chi Minh City*

3<sup>rd</sup> Vu Quang. *School of Economics and Management, Hanoi University of Science and Technology*

4<sup>th</sup> Chu Phuong Nhung. *Project Design Training Center, Ho Chi Minh City University of Economics and Finance*

\*Corresponding author:  
trongtam.nguyen@ut.edu.vn

---

vn/explore/tips/gns-metro-so-1-ben-thanh-suoi-tien/473173. Truy cập: 30-06-2025.

- [7] A. N. Rakhmangulov, N. A. Osintsev, O. A. Kopylova, D. Muravev, và J. G. Jin, "The multi-agent simulation model of the parameters in the elements of supply chains," *Proceedings XI International Scientific Conference Transport Problems 2019*, 2019, tr. 571-584.
- [8] Nguyễn M. Chiến và A. V. Baginov, "Ứng dụng mô hình mô phỏng trong tổ chức và phát triển trung tâm logistics ở Việt Nam," *Tạp chí của Đại học Giao thông Vận tải Bang Rostov*, số 1(89), tr. 95-105, 2023.
- [9] Nguyễn M. Chiến, V. V. Baginova, và D. V. Kuzmin, "Mô hình mô phỏng sự hình thành mạng lưới trung tâm logistics tại Việt Nam," *Tạp chí Vận tải khu vực Châu Á - Thái Bình Dương*, số 1(37), tr. 65-75, 2023.
- [10] Nguyễn M. Chiến, Vũ Q., và Nguyễn T. Tâm, "Mô hình mô phỏng rời rạc tổ chức hoạt động hệ thống đường sắt Việt Nam (trường hợp đoạn Biên Hòa - Vũng Tàu)," *Tạp chí Logistics và Quản lý chuỗi cung ứng*, tập 2, số 111, tr. 13-26, 2024.
- [11] J. E. Baerwald, "Traffic Engineering Handbook", 3rd ed. Washington, DC, USA: *Institute of Traffic Engineers*, 1965.
- [12] J. J. Fruin, "Designing for pedestrians: A level-of-service concept", *Highway Research Record*, no. 377, pp. 1-15, 1971.
- [13] Transportation Research Board (TRB), "Transit Capacity and Level of Service Manual", 2nd ed., TCRP Rep. 100. Washington, DC, USA: *Transportation Research Board*, 2003, pp. 1-5.

- [14] L. F. L. Hermant, "A methodology for the determination of access gate/turnstile upstream spatial requirements and levels of service," in *Proceedings of the 13th World Conference on Transport Research*, Rio de Janeiro, Brazil, Jul. 15–18, 2013, pp. 1-12.
- [15] A. Lopez, S. Seriani, A. Peña, V. Aprigliano, and B. Arredondo, "Infrastructure typology of metro stations: A passenger simulation approach based on efficiency and capacity," *Applied Sciences*, vol. 15, no. 6, p. 2889, 2025.