

# Nghiên cứu ứng dụng mô hình mô phỏng giao thông VISSIM trong đánh giá khả năng thông hành đoạn nhập vào đường cao tốc đô thị ở Việt Nam

■ **ThS. NCS. ĐẶNG THU HƯƠNG; TS. ĐẶNG MINH TÂN**

*Trường Đại học Giao thông vận tải*

■ **GS. TS. VŨ ĐÌNH PHỤNG**

*Trường Đại học Thủy lợi*

**TÓM TẮT:** UTGT gây ra các thiệt hại lớn như lãng phí thời gian, nhiên liệu cũng như ô nhiễm môi trường. Trên các tuyến đường cao tốc ở Việt Nam nói chung, đặc biệt là các tuyến đường cao tốc đô thị thường xảy ra ùn tắc do lưu lượng giao thông gia tăng và nhiều vấn đề về thiết kế yếu tố hình học, tổ chức giao thông, hành vi của người điều khiển phương tiện. Bài báo nghiên cứu ứng dụng mô hình mô phỏng giao thông VISSIM trong đánh giá năng lực phục vụ đoạn nhập vào đường cao tốc đô thị. Nghiên cứu cũng chỉ ra những yếu tố định lượng như yếu tố hình học, lưu lượng dòng giao thông... ảnh hưởng tới khả năng thông hành của đoạn nhập vào đường cao tốc. Kết quả của nghiên cứu cho phép lựa chọn các giải pháp thiết kế cũng như tổ chức giao thông phù hợp, nhằm nâng cao hiệu quả giảm ùn tắc và TNGT trên đoạn nhập vào đường cao tốc ở Việt Nam.

**TỪ KHÓA:** Đoạn nhập dòng, đường cao tốc, ùn tắc, tai nạn giao thông.

**ABSTRACT:** Traffic congestion causes great wasted time, fuel as well as environmental pollution. On expressways in Vietnam in general, especially urban expressways, congestion often occurs due to increased traffic volume and many problems of geometric element design, traffic organization, etc. and behavior of road users. The paper studies the application of VISSIM traffic simulation model in assessing the service capacity of the urban expressway merging segments. The study also shows that quantitative factors such as geometry, traffic flow, etc. affect the capacity of the the expressway merging segments. The results of the study allow the selection of appropriate design solutions as well as traffic organization, in order to improve the efficiency of reducing traffic congestion and accidents on the expressway merging segments in Viet Nam.

**KEYWORDS:** Merging segment, freeway, traffic congestion and accident.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tại các đoạn nhập dòng trên đường cao tốc, các giải pháp thiết kế về yếu tố hình học và tổ chức giao thông được thiết kế để tạo điều kiện thuận lợi cho các phương tiện nhập vào đường cao tốc một cách an toàn. Tương tác giữa dòng giao thông trên đường cao tốc và dòng giao thông nhập vào đường cao tốc trên đoạn nhập là phức tạp và chúng có ảnh hưởng qua lại lẫn nhau. Ngoài ra, còn nhiều yếu tố về thiết kế hình học, tình trạng mặt đường, các giải pháp tổ chức giao thông, hành vi người tham gia giao thông ảnh hưởng đến khả năng thông hành của đoạn nhập vào đường cao tốc. Việc nghiên cứu tính toán năng lực thông hành đoạn nhập dòng trên đường cao tốc có tầm quan trọng thiết yếu trong việc phát triển các chiến lược hoạt động hiệu quả quản lý đường cao tốc.

Trong nhiều năm gần đây, đã có nhiều nhà khoa học trên thế giới tập trung nghiên cứu về phương pháp tính toán năng lực thông hành của đoạn nhập vào đường cao tốc. Một trong những phương pháp phổ biến để tính khả năng thông hành đoạn nhập vào đường cao tốc được nhiều nghiên cứu vận dụng và phát triển đó là phương pháp chấp nhận quãng thời gian trống (Gap acceptance) [1, 2, 3, 4, 5]. Theo phương pháp này, các phương tiện nhập vào đường cao tốc phải quan sát khoảng thời gian trống (khoảng cách về mặt thời gian) giữa các xe chạy trên đường cao tốc và tăng tốc để nhập vào đường cao tốc khi cảm thấy quãng thời gian trống đủ dài và xe có thể nhập vào đường cao tốc một cách an toàn. Các mô hình chấp nhận khoảng trống là một cách tiếp cận khoa học ứng dụng trong các công tác điều hành, tổ chức giao thông, đặc biệt là để xác định các chỉ tiêu khả năng thông hành, chiều dài dòng chờ khi tính toán, thiết kế các hệ thống giao thông... Một số phương pháp khác cũng được nghiên cứu phát triển như phương pháp tính toán dựa vào khoảng cách thời gian giữa hai xe (headway) của Xue và các đồng nghiệp [6], nhiều nghiên cứu phương pháp dựa trên các dữ liệu khảo sát dòng xe, hành vi người tham gia giao thông thực tế trên đường cao tốc để đánh giá năng lực phục vụ của đoạn nhập vào đường cao tốc [7, 8, 9]. Tuy nhiên, việc sử dụng các phương pháp nói trên để tính toán khả năng thông hành, đánh giá giải pháp thiết kế của đoạn nhập vào đường cao tốc còn gặp nhiều hạn chế. Các mô hình toán học đơn lẻ như mô hình chấp nhận quãng thời gian trống không thể phản ánh được hết sự phức

phay tính ngẫu nhiên của dòng giao thông. Các nghiên cứu ứng dụng phương pháp khảo sát, phân tích dữ liệu hiện trường ứng dụng gặp nhiều khó khăn trong việc thu thập dữ liệu. Trong khi đó, giải pháp sử dụng mô hình mô phỏng giao thông trong phân tích dòng giao thông là một giải pháp có tính thực tiễn cao vì đây là một mô hình tích hợp nhiều mô hình đơn lẻ để mô phỏng lại chuyển động của phương tiện và dòng giao thông. Phương pháp này có ưu điểm trong việc tiết kiệm thời gian và chi phí. Hơn nữa, phương pháp này có thể được sử dụng để dự báo, đánh giá giải pháp thiết kế khi công trình còn chưa được xây dựng trên thực tế.

Bài báo nghiên cứu giới thiệu phương pháp đánh giá chỉ số khả năng thông hành cho đoạn nhập vào đường cao tốc đô thị ứng dụng phương pháp mô phỏng giao thông. Trên cơ sở công xây dựng các kịch bản thiết kế đoạn nhập ứng dụng như lưu lượng giao thông, nghiên cứu ứng dụng mô hình mô phỏng giao thông dự báo khả năng thông hành cho đoạn nhập vào đường cao tốc đô thị. Trong nghiên cứu này, mô hình mô phỏng VISSIM [10] là một mô hình mô phỏng giao thông nổi tiếng trên thế giới, đã được nhiều nhà khoa học sử dụng trong các nghiên cứu có giá trị để đánh giá chất lượng dòng giao thông. Kết quả của nghiên cứu có thể được ứng dụng trong việc thiết kế, tổ chức giao thông cho các đoạn đường cao tốc đô thị ở Việt Nam.

**2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

Trong nghiên cứu trước đây, tác giả Đặng Thu Hương và các đồng nghiệp [11] đã nghiên cứu trình bày về phân loại các loại đoạn nhập vào đường cao tốc. Theo đó, đoạn nhập vào đường cao tốc có hai loại là đoạn nhập hình nêm và đoạn nhập dạng song song. Đối với đường cao tốc đô thị ở Việt Nam thì chủ yếu sử dụng loại đoạn nhập song song có làn tăng tốc (Hình 2.1). Cũng theo nghiên cứu của Đặng Thu Hương và các đồng nghiệp [11], hiện nay trong các tiêu chuẩn ở Việt Nam, các hướng dẫn lựa chọn chiều dài đoạn nhập vẫn chưa được rõ ràng, chưa căn cứ vào thực tế tình hình giao thông, cũng như nhiều yếu tố ảnh hưởng khác.

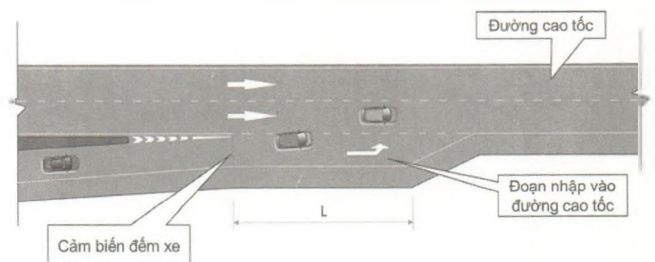
Trong bài báo này, giả thiết có các đoạn nhập vào đường cao tốc đô thị với dạng song song (Hình 2.1) với chiều dài khác nhau. Để đánh giá hiệu quả của đoạn nhập song song với chiều dài đoạn nhập khác nhau trên góc độ khai thác, vận hành nghiên cứu sử dụng mô hình mô phỏng giao thông VISSIM. Trong mô hình mô phỏng VISSIM, 3 kịch bản được xây dựng với 3 đoạn nhập với chiều dài đoạn nhập tăng dần khác nhau, lần lượt L = 100, 150, 200 (Hình 2.1). Với đường cao tốc có 4 làn xe mỗi chiều đi 2 làn và đoạn nhập vào đường cao tốc có 1 làn xe (Hình 2.1).

Mỗi một kịch bản nhiều mức lưu lượng giao thông khác nhau là dữ liệu đầu vào được nhập vào VISSIM. Các mức giao thông được nhập vào VISSIM ở đường cao tốc (1 chiều đi) với các mức độ là 1.000, 2.000, 3.000 và 4.000 xe/giờ, lưu lượng đường nhánh có các giá trị tương ứng là 500, 1.000, 1.500 và 2.000 xe/h.

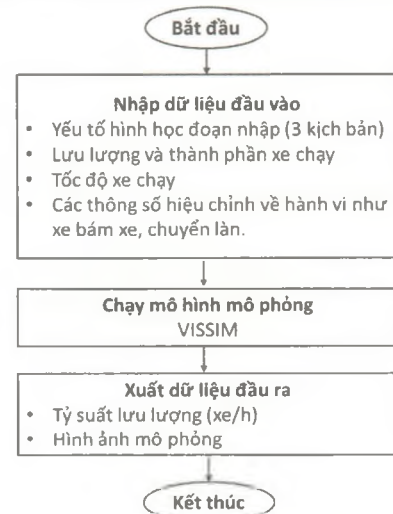
Thành phần phương tiện tham gia giao thông trên đường cao tốc đô thị theo các khảo sát trong nghiên cứu trước đây của nhóm tác giả Đặng Thu Hương và Đặng Minh Tân [12] và một số khảo sát gần đây do nhóm nghiên cứu

thực hiện có thể chọn thành phần xe chạy trên các tuyến đường cao tốc đô thị như ở Hà Nội là 75% xe con, 15% xe buýt/xe khách và 10% xe tải các loại. Tốc độ xe chạy tự do trên đường cao tốc trung bình là 60 km/h đối với xe con và xe buýt, 40 km/h đối với xe tải. Tốc độ các phương tiện ở đầu đoạn nhập là xe con và xe buýt/xe khách là 30 km/h, xe tải là 20 km/h. Ngoài ra, để nâng cao tính xác thực cho dòng xe trong mô hình mô phỏng, trong quá trình chạy mô phỏng, một số hiệu chỉnh các thông số của các hành vi xe bám xe (Car following) hay mô hình xe chuyển làn (Lane changing) cũng đã được thực hiện [12, 13, 14].

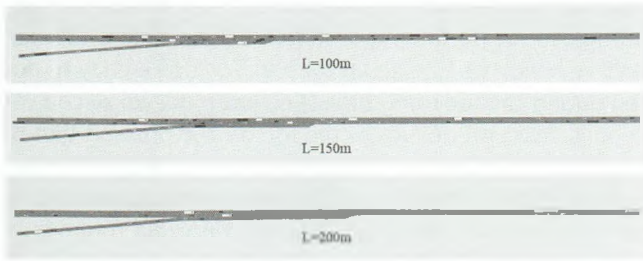
Mô hình mô phỏng giao thông VISSIM có thể cho kết xuất nhiều loại dữ liệu đầu ra khác nhau như tốc độ trung bình, lưu lượng thực trên các làn, chiều dài dòng chờ... Trong nghiên cứu này sử dụng chỉ tiêu tỷ suất lưu lượng (flow rate) để đánh giá khả năng thông hành của đoạn nhập. Tỷ suất lưu lượng là số lượng xe thông qua một mặt cắt ngang hay một đoạn đường trong một đơn vị thời gian (nhỏ hơn 1h). Thứ nguyên của tỷ suất lưu lượng là xe/giờ. Tỷ suất lưu lượng trong nghiên cứu này được xét trong khoảng thời gian 10 phút. Trong nghiên cứu này, mỗi một kịch bản đoạn nhập trong mô hình mô phỏng có một cảm biến đếm xe được đặt ở đầu đoạn tăng tốc (Hình 2.1) để xác định lưu lượng xe từ đoạn nhập nhập vào đường cao tốc. Ngoài ra, ta còn có thể quan sát dòng giao thông qua hình ảnh trên giao diện máy tính trong quá trình chạy mô hình. Trong nghiên cứu này, dữ liệu xe có thể nhập được vào đường cao tốc từ đường nhánh được thu thập và so sánh. Trình tự của nghiên cứu được trình bày tóm tắt dưới dạng sơ đồ trong Hình 2.2.



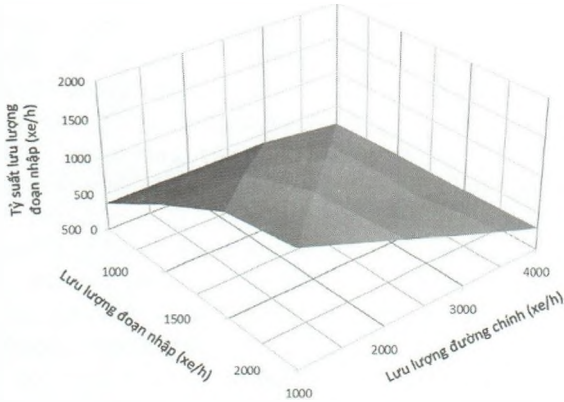
Hình 2.1: Đoạn nhập vào đường cao tốc dạng song song



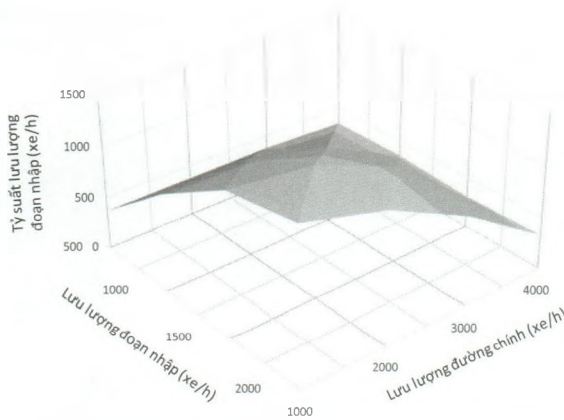
Hình 2.2: Sơ đồ ứng dụng mô hình mô phỏng trong đánh giá đoạn nhập dòng



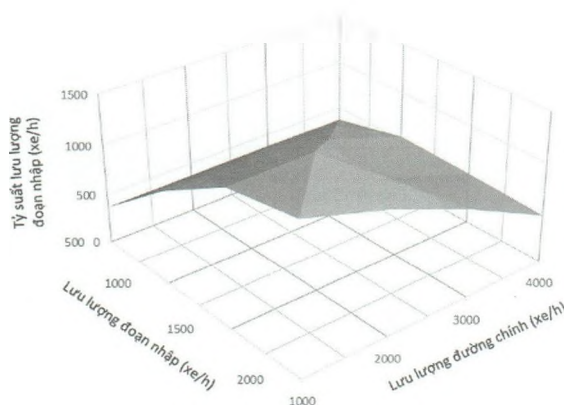
Hình 2.3: Minh họa các kịch bản được mô phỏng trên VISSIM



Hình 2.4: Biểu đồ quan hệ lưu lượng xe đầu vào và thoát ra khỏi đoạn nhập kích bản 1 (L = 100 m)



Hình 2.5: Biểu đồ quan hệ lưu lượng xe đầu vào và thoát ra khỏi đoạn nhập kích bản 2 (L = 150 m)



Hình 2.6: Biểu đồ quan hệ lưu lượng xe đầu vào và thoát ra khỏi đoạn nhập kích bản 3 (L = 200 m)

Bảng 2.1. Lưu lượng xe thoát ra khỏi đoạn nhập vào đường cao tốc theo kịch bản 1 (L = 100 m)

Lưu lượng xe đoạn nhập (xe/giờ) \ Lưu lượng xe đường cao tốc	500	1.000	1.500	2.000
1.000	372	906	1368	1506
2.000	372	936	1.068	1098 (*)
3.000	366 (*)	636 (*)	612 (*)	684 (*)
4.000	228 (*)	264 (*)	270 (*)	294 (*)

Ghi chú: (\*) có tình trạng ùn tắc trên đoạn nhập.

Bảng 2.2. Lưu lượng xe thoát ra khỏi đoạn nhập vào đường cao tốc theo kịch bản 2 (L = 150 m)

Lưu lượng xe đoạn nhập (xe/giờ) \ Lưu lượng xe đường cao tốc	500	1000	1500	2.000
1.000	372	936	1368	1494
2.000	372	936	1266	1.260 (*)
3.000	372	750 (*)	930 (*)	858 (*)
4.000	330 (*)	348 (*)	306 (*)	330 (*)

Ghi chú: (\*) có tình trạng ùn tắc trên đoạn nhập.

Bảng 2.3. Lưu lượng xe thoát ra khỏi đoạn nhập vào đường cao tốc theo kịch bản 3 (L = 200 m)

Lưu lượng xe đoạn nhập (xe/h) \ Lưu lượng xe đường cao tốc	500	1.000	1.500	2.000
1.000	372	936	1.368	1.494
2.000	372	936	1368	1.280 (*)
3.000	372	810 (*)	954 (*)	888 (*)
4.000	366 (*)	534 (*)	510 (*)	480 (*)

Ghi chú: (\*) có tình trạng ùn tắc trên đoạn nhập.

### 3. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG VÀ THẢO LUẬN

Hình ảnh khi chạy mô phỏng sử dụng VISSIM được minh họa trong Hình 2.3. Kết quả lưu lượng (tỷ suất) thoát ra khỏi đoạn nhập với ba kịch bản chiều dài đoạn nhập và các lưu lượng khác nhau được thể hiện trong Bảng 2.1, 2.2, 2.3 và các biểu đồ Hình 2.4, 2.5, 2.6 tương ứng. Trong các Bảng 2.1, 2.2, 2.3, các giá trị lưu lượng thoát ra trên đoạn nhập với ký hiệu dấu (\*) có nghĩa là có tình trạng xuất hiện dòng chờ (ùn tắc) ở trên đoạn nhập. Giá trị ở các ô có dấu (\*) là mức lưu lượng lớn nhất có thể thoát ra khỏi đoạn nhập với các lưu lượng đầu vào trên đường cao tốc và đoạn nhập tương ứng trong các bảng.

Kết quả cho thấy, khi lưu lượng nhập vào trên cao tốc và đoạn nhập tăng thì lưu lượng xe thoát ra khỏi đoạn nhập giảm. Lưu lượng xe trên đường cao tốc có ảnh hưởng lớn đến lưu lượng xe có thể thoát ra khỏi đoạn

nhập. Với lưu lượng ở mức 3.000 xe/giờ trên đường cao tốc thị đa số các trường hợp xuất hiện tình trạng ùn tắc trên đoạn nhập. Với mức lưu lượng xe nhập vào trên đường cao tốc là 4.000 xe/giờ thì tất cả các trường hợp lưu lượng nhập vào trong nghiên cứu đều xảy ra ùn tắc trên đoạn nhập (Bảng 2.1, 2.2, 2.3).

Nghiên cứu cũng cho thấy rằng, khi chiều dài đoạn nhập tăng thì số lượng phương tiện lớn nhất thoát ra khỏi đoạn nhập tăng lên. Ví dụ ở mức lưu lượng đường cao tốc - đoạn nhập là 4.000 - 2.000 xe/giờ thì lưu lượng lớn nhất có thể thoát ra được khỏi đoạn nhập là 294, 330 và 430 xe/giờ tương ứng với các kịch bản chiều dài đoạn nhập là  $L = 100, 150, 200$  m. Theo Bảng 2.1, 2.2 và Bảng 2.3, lưu lượng lớn nhất thoát ra khỏi đoạn nhập có chiều dài  $L = 200$  m, gấp 1,45 lần lưu lượng lớn nhất của đoạn nhập có chiều dài  $L = 150$  m và 1,67 lần lưu lượng lớn nhất của đoạn nhập có chiều dài  $L = 100$  m với mức lưu lượng nhập vào trên đường cao tốc - đoạn nhập là 4.000 - 2.000 xe/giờ. Kết quả này có thể hiểu được trên thực tế chiều dài đoạn nhập càng dài thì các phương tiện dễ dàng lựa chọn vị trí nhập vào đường cao tốc hơn. Thêm vào đó, theo quan sát dòng xe trong quá trình mô phỏng cho thấy chiều dài đoạn nhập càng dài thì tại một thời điểm có thể có nhiều xe nhập được vào đường cao tốc hơn. Điều này cũng hoàn toàn phù hợp với thực tế. Qua nghiên cứu, phân tích này có thể nói rằng, chiều dài của đoạn nhập tăng thì khả năng thông hành của đoạn nhập cũng tăng.

#### 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã đề xuất sử dụng phần mềm mô phỏng VISSIM để đánh giá giải pháp thiết kế đoạn nhập vào đường cao tốc đô thị với 3 kịch bản chiều dài đoạn nhập khác nhau. Lưu lượng (tỷ suất) phương tiện thoát ra khỏi đoạn nhập nhập vào đường cao tốc là chỉ tiêu được dùng để đánh giá trong nghiên cứu. Theo các nghiên cứu thực nghiệm trong VISSIM cho thấy, đoạn nhập có chiều dài lớn hơn thì có khả năng thông hành cao hơn. Nghiên cứu cũng cho thấy mô hình mô phỏng giao thông VISSIM là một công cụ hữu hiệu dùng để mô phỏng, đánh giá giải pháp thiết kế đoạn nhập làn nói riêng và có thể áp dụng để đánh giá các công trình giao thông khác.

Theo nghiên cứu trước đây của nhóm tác giả [12] ở đường trên cao vành đai 3 ở Hà Nội cho thấy tình trạng giao thông thực tế ở đoạn nhập vào đường cao tốc trong điều kiện Việt Nam rất phức tạp. Nhiều trường hợp xe dừng đỗ trên đoạn nhập, xe nhập sớm ngay sau khi thoát ra khỏi đoạn nhập, xe nhập vào làn vượt xe trên đường cao tốc (làn xe bên trái sát dải phân cách), xe đi chậm... là những yếu tố ảnh hưởng nhiều đến khả năng thông hành của đoạn nhập. Nhiều nhân tố ảnh hưởng đó phần nào chưa được thể hiện hết trong mô phỏng. Trong tương lai, nhóm nghiên cứu sẽ tiến hành khảo sát thực tế hiện trường với các thiết kế đoạn nhập và mức giao thông tương ứng để có các hiệu chỉnh chính xác hơn, nâng cao hiệu quả của giải pháp mô phỏng.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học GTVT, Đề tài mã số T2021-CT-013.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. Albanese, M., Camus, R., & Longo, G. (2003), *Capacity and Queue Modeling for On-Ramp-Freeway Junctions*, Transportation research record, 1852(1), 256-264.
- [2]. Drew, Donald R. (1965), *Gap acceptance characteristics for ramp-freeway surveillance and control*, Texas Transportation Institute, Texas A & M University.
- [3]. Shen, J., Li, W., Qiu, F., and Zheng, S. (2015), *Capacity of freeway merge areas with different on-ramp traffic flow*, Promet-traffic and Transportation, 27(3), 227-235.
- [4]. Perchonok, Philip A. and Levy, Sheldon L. (1960), *Application of Digital Simulation Techniques to Freeway On-Ramp Traffic Operations*, Proc. Highway Research Board, vol.39, pp.506-523.
- [5]. Kondyli A., Elefteriadou L. (2011), *Modeling Driver Behavior at Freeway-Ramp Merges*, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2249(1):29-37.
- [6]. Xue, X. J., Shi, F., and Chen, Q. (2014), *Capacity estimation for on-ramp merging section of urban expressway based on time headway loss*, Discrete dynamics in nature and society.
- [7]. Kondyli A., Elefteriadou L. (2011), *Modeling Driver Behavior at Freeway-Ramp Merges*, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2249(1):29-37.
- [8]. C. Zhao, W. Wang, and W. Li (2005), *On-ramp capacity under different flow rate of major stream*, Journal of Highway and Transportation Research and Development, vol.22, no.2, pp.82-85.
- [9]. Shawky, M., and Nakamura, H. (2006), *On-Ramp Merging Capacity in Japan Urban Expressways: A Stochastic Approach*, In Proc., 34th Meeting of Infrastructure Planning of JSCE.
- [10]. PTV AG. (2018), *PTV VISSIM 10 USER MANUAL*. PTV AG, Haid-und-Neu-Str. 15 76131 Karlsruhe Germany, 10 edition.
- [11]. Đặng Thu Hương, Đặng Minh Tân và Vũ Đình Phụng (2020), *Một số vấn đề đoạn nhập vào đường cao tốc*, Tạp chí GTVT, số tháng 7.
- [12]. Huong D. T and Tan D. M. (2019), *An analysis of merging behavior at urban expressway on-ramp in Hanoi - Viet Nam*, Vietnam - Japan Science and Technology Symposium - Towards Sustainable Development Proceedings VJST 2019.
- [13]. Wiedemann, R. (1974), *Simulation des Strassenverkehrsflusses*, Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe, Band 8, Karlsruhe, Germany.
- [14]. Gomes, Gabriel, Adolf May and Roberto Horowitz (2004), *Calibration of VISSIM for a Congested Freeway*, Research Reports, California Partners for Advanced Transportation Technology.

**Ngày nhận bài: 17/5/2022**

**Ngày chấp nhận đăng: 10/6/2022**

**Người phản biện: TS. Chu Tiến Dũng**

**TS. Nguyễn Tiến Dũng**