

JTST - JOURNAL OF TRANSPORTATION SCIENCE & TECHNOLOGY

MANUSCRIPT ID: JIST-2022-0022

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA PHƯƠNG TIỆN KÍCH THƯỚC LỚN ĐẾN ĐIỀU KIỆN VẬN HÀNH CỦA TRẠM THU PHÍ, TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU TẠI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Manuscript ID	JIST-2022-0022
Full title	Nghiên Cứu Ảnh Hưởng Của Phương Tiện Kích Thước Lớn Đến Điều Kiện Vận Hành Của Trạm Thu Phí, Trường Hợp Nghiên Cứu Tại Thành Phố Hồ Chí Minh
Summary	<p>Trong những năm gần đây, trạm thu phí tạo thành một nút thắt trên tuyến đường quốc lộ trong giờ cao điểm, do hình thức thu phí chưa được tự động hóa, dẫn đến ùn tắc giao thông, thời gian qua trạm thu phí của phương tiện tăng, gây tăng tổn thất kinh tế. Bài báo tập trung vào việc nghiên cứu ảnh hưởng của phương tiện kích thước lớn, như xe buýt, xe tải, xe rơ moóc, một trong những nguyên nhân gây kéo dài hàng chờ, dẫn đến giảm điều kiện vận hành của trạm thu phí. Trạm thu phí Xa lộ Hà Nội được lựa chọn để làm trường hợp nghiên cứu, trạm có lưu lượng phương tiện lưu thông rất lớn, đặc biệt phương tiện kích thước lớn vào/ra Thành phố Hồ Chí Minh. Kết quả nghiên cứu bằng phương pháp mô phỏng giao thông VISSIM chỉ ra rằng thành phần phương tiện kích thước lớn ảnh hưởng mạnh đến chiều dài dòng chờ tại trạm, phương án áp dụng hình thức thu phí hiện đại không dừng (ETC), được xem là giải pháp tiềm năng giúp cải thiện vấn đề cấp bách này.</p>
Research Topic	Quy hoạch giao thông
Keywords	Trạm thu phí; phương tiện kích thước lớn; điều kiện vận hành; mô phỏng giao thông
Authors	- Đức Đoàn Hồng, Email: duc.doan@ut.edu.vn, School: Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh, Faculty: .
Corresponding author	Đức Đoàn Hồng, Email: duc.doan@ut.edu.vn, School: Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh, Faculty: .
Funding	NO

Nghiên cứu ảnh hưởng của phương tiện kích thước lớn đến điều kiện vận hành của trạm thu phí, trường hợp nghiên cứu tại Thành phố Hồ Chí Minh

The impact of large vehicles on the traffic performance of toll plazas, a case at Hochiminh City

Đoàn Hồng Đức

Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh

Email liên hệ: duc.doan@ut.edu.vn

Tóm tắt:

Trong những năm gần đây, trạm thu phí tạo thành một nút thắt trên tuyến đường quốc lộ trong giờ cao điểm, do hình thức thu phí chưa được tự động hóa, dẫn đến ùn tắc giao thông, thời gian qua trạm thu phí của phương tiện tăng, gây tăng tổn thất kinh tế. Bài báo tập trung vào việc nghiên cứu ảnh hưởng của phương tiện kích thước lớn, như xe buýt, xe tải, xe rơ moóc, một trong những nguyên nhân gây kéo dài hàng chờ, dẫn đến giảm điều kiện vận hành của trạm thu phí. Trạm thu phí Xa lộ Hà Nội được lựa chọn để làm trường hợp nghiên cứu, trạm có lưu lượng phương tiện lưu thông rất lớn, đặc biệt phương tiện kích thước lớn vào/ra Thành phố Hồ Chí Minh. Kết quả nghiên cứu bằng phương pháp mô phỏng giao thông VISSIM chỉ ra rằng thành phần phương tiện kích thước lớn ảnh hưởng mạnh đến chiều dài dòng chờ tại trạm, phương án áp dụng hình thức thu phí hiện đại không dừng (ETC), được xem là giải pháp tiềm năng giúp cải thiện vấn đề cấp bách này.

Từ khóa: Trạm thu phí; phương tiện kích thước lớn; điều kiện vận hành; mô phỏng giao thông.

Abstract:

In recent years, toll stations are bottlenecks creating queues during rush hours on the highway, accompanied by manual toll collection, leading to traffic congestion, increasing travel time, and economic losses. This paper focuses on studying the influence of large vehicles, such as buses, trucks, and trailers, one of the causes of long queues, leading to reducing traffic performance of toll plaza. The Hanoi highway toll plaza was selected as the case study, the station has a very large traffic volume, especially large-sized vehicles entering/exiting Hochiminh city. The research results by using traffic simulation VISSIM show that the large-sized vehicle component greatly affects the queue lengths at the station, the suggestion of applying the electronic toll collection (ETC) method is considered the best potential solution to this problem.

Keywords: Toll plazas; large vehicles; traffic performance; traffic simulation.

1. Giới thiệu

Trong những năm gần đây, mạng lưới giao thông đường bộ ở Việt Nam liên tục được đầu tư và xây dựng nhằm đáp ứng nhu cầu vận tải, đảm bảo kết nối ngành, góp phần đảm bảo quốc phòng, an ninh và môi trường. Theo quy hoạch định hướng đến năm 2030, mạng lưới đường bộ cao tốc với 21 tuyến có tổng chiều dài lên đến 6,411 km và mạng lưới

đường quốc lộ với 173 tuyến dài 29,771 km [1]. Để thực hiện quy hoạch cần huy động tối đa mọi nguồn lực, Chính phủ đã đưa ra các hình thức đầu tư nhằm thu hút vốn đầu tư từ mọi thành phần kinh tế, kể cả các nhà đầu tư nước ngoài tham gia nhằm phát triển đường cao tốc dưới hình thức đối tác công tư (PPP) như BOT, BT, BTO.

Trạm thu phí BOT là những chốt được lập nên tại các tuyến đường thuộc dự án BOT để thu phí đường bộ của các phương tiện tham gia giao thông trên tuyến đường này. Số tiền thu được sẽ dùng vào việc chi trả, bảo trì và nâng cấp các tuyến đường. Mức tiền thu phí được Nhà nước quy định và điều chỉnh theo từng thời điểm, từng loại hình phương tiện và từng tuyến đường khác nhau.

Tuy nhiên, lưu lượng phương tiện thông qua trạm thu phí ngày càng tăng, thu phí thủ công, hệ thống thu phí một dùm (MTC), thủ tục thu phí phức tạp, gây mất thời gian làm gián đoạn tốc độ thông hành của các phương tiện giao thông dẫn đến hàng chờ kéo dài, ùn tắc giao thông thường xuyên xảy ra ở khu vực trạm thu phí. Hệ thống thu phí truyền thống đã được sử dụng nhiều năm liền và đã xảy ra những bất cập cần được cải tiến. Những năm gần đây, hệ thống thu phí không dùm (ETC) đã được đầu tư áp dụng đối với các trạm thu phí trên cả nước, giúp giảm thời gian thu phí, tăng khả năng thông hành cho trạm và minh bạch thông tin tài chính của mỗi dự án thu phí BOT.

Mặc dù được đầu tư các hệ thống thu phí hiện đại, nhưng thực tế tình trạng giao thông ở các trạm thu phí cho thấy vẫn chưa được cải thiện nhiều, đặc biệt ở những trạm có lưu lượng phương tiện có kích thước lớn (xe buýt lớn, xe tải lớn, xe container), lưu thông qua trạm với tỷ lệ lớn trong tổng số phương tiện qua trạm, xuất hiện những bất cập như: (1) việc bố trí làn thu phí phức tạp do phương tiện lớn thao tác rất chậm, (2) thời gian thoát trạm lâu hơn so với các phương tiện khác, (3) thao tác chuyển làn gây xung đột với các phương tiện khác. Dẫn đến dòng phương tiện kéo dài, giảm khả năng thông hành cho trạm thu phí. Bài toán đặt ra khi phương tiện kích thước lớn ảnh hưởng như thế nào tới việc vận hành của trạm, mức độ ảnh hưởng như thế nào khi tỷ lệ phương tiện lớn tăng lên vốn hạ tầng và dịch vụ trạm thu phí là không đổi.

Những nghiên cứu trước đây từ các tác giả [2] – [9], việc đánh giá điều kiện vận hành của trạm thu phí sử dụng phương pháp mô hình hóa được đánh giá là phù hợp trong nghiên cứu, đặc biệt đối với

dòng giao thông không đồng nhất, trạm thu phí sử dụng nhiều loại hình thu phí như thủ công hoặc tự động (ETC). Đối với dòng giao thông hỗn hợp tại Việt Nam, công cụ mô phỏng VISSIM cũng thể hiện sự phù hợp trong các nghiên cứu [10], [11]. Mặc dù mô hình mô phỏng có thể cụ thể hóa sự phức tạp các nhu cầu giao thông và dòng xe, giúp đánh giá hiệu quả hoạt động của các trạm thu phí, tuy nhiên, các mô hình này thường không được trang bị sẵn và thường được các tác giả phát triển riêng phục vụ cho từng trường hợp cụ thể. Bên cạnh đó, đánh giá nhiều phương án thu phí khác nhau (tự động, tiền mặt hay kết hợp); kết quả đánh giá mức độ hiệu quả thể hiện qua mức độ phục vụ (LOS) của trạm; các tham số đánh giá như chiều dài dòng chờ (m), thời gian trễ (giây) hoặc đánh giá ô nhiễm môi trường, từ đó đánh giá mức độ hiệu quả trong các phương án tổ chức.

Nghiên cứu này gồm bốn phần chính. Phần 1 trình bày tổng quan. Phần 2 trình bày nội dung thu thập dữ liệu phục vụ xây dựng mô hình mô phỏng. Phần 3 thể hiện các kết quả đánh giá ảnh hưởng của phương tiện kích thước lớn. Kết luận của nghiên cứu được đề cập ở phần 4.

2. Thu thập dữ liệu phục vụ xây dựng mô hình mô phỏng

2.1. Trạm thu phí Xa lộ Hà Nội

Trạm thu phí Xa lộ Hà Nội thuộc phường Phước Long A, Thành phố Thủ Đức, Thành phố Hồ Chí Minh (TP.HCM), do chủ đầu tư công ty Cổ phần Đầu tư hạ tầng kỹ thuật TP.HCM (CII) quản lý, thu phí cho dự án mở rộng Xa lộ Hà Nội. Dự án thực hiện mở rộng mặt đường cũ từ 23 m (04 làn xe) lên 113 – 153 m (12 – 16 làn xe), xây dựng năm 2009 đưa vào sử dụng từ năm 2012. Trạm thu phí cách cầu Rạch Chiếc 500 m về phía Bắc. Cách thức phân làn cũng khá phức tạp, từ 03 làn tách làn lên 06 làn. Trạm thu phí Xa lộ bố trí so le nhau, mỗi chiều có hai cụm thu phí, hai cụm cách nhau khoảng 750 m, để tiết kiệm diện tích mở rộng khu vực thu phí, chính vì vậy mà đoạn đường vào trạm có nhiều đoạn chuyển làn liên tục, như mô tả ở hình 1.

Từ ngày 01/01/2018, nhà đầu tư BOT được Ủy ban Nhân dân (UBND) Thành phố chấp thuận cho tiếp tục thu phí để hoàn vốn dự án mở rộng Xa lộ như trong hợp đồng ký kết sau hơn 10 năm thi công, bắt đầu thu phí trở lại ngày 01/04/2021. Trong thời

gian mở lại thu phí, trạm tiếp tục gặp tình trạng ùn tắc tại vị trí trạm vào những giờ cao điểm giống thời gian trước đây, như mô tả ở hình 2.



Hình 1. Bố trí các trạm thu phí xa lộ Hà Nội.



Hình 2. Tình trạng ùn tắc kéo dài tại trạm.

2.2. Các hình thức thu phí

Trạm thu phí Xa lộ Hà Nội được vận hành song song hai loại hình thu phí khác nhau gồm hệ thống thu phí một dừng (MTC) và hệ thống thu phí không dừng (ETC).

Trước năm 2018, trạm thu phí được phân bố gồm hai nhóm: (1) 04 làn trung tâm gồm 02 làn vé lượt, 01 làn tự động (làn vé tháng) và làn hỗn hợp, như hình 3; (2) 03 làn phía bên gồm 03 làn thu vé lượt như hình 4.



Hình 3. Phân loại làn thu phí trung tâm tại trạm.



Hình 4. Phân loại làn thu phí phía bên tại trạm.

Tuy nhiên, gần đây theo qui định từ Bộ Giao thông vận tải (GTVT), căn cứ Nghị định số 100/2019/NĐ-CP, chính thức được áp dụng vào ngày 01/01/2020, các trạm thu phí cần áp dụng tối đa các loại hình thu phí tự động, nhằm giảm số lượng không lớn hơn 100 xe đến 150 xe hoặc để chiều dài dòng xe xếp hàng chờ trước trạm thu phí (tính từ cabin thu phí đến xe cuối cùng của hàng xe chờ) từ 750 m đến 1,000 m.

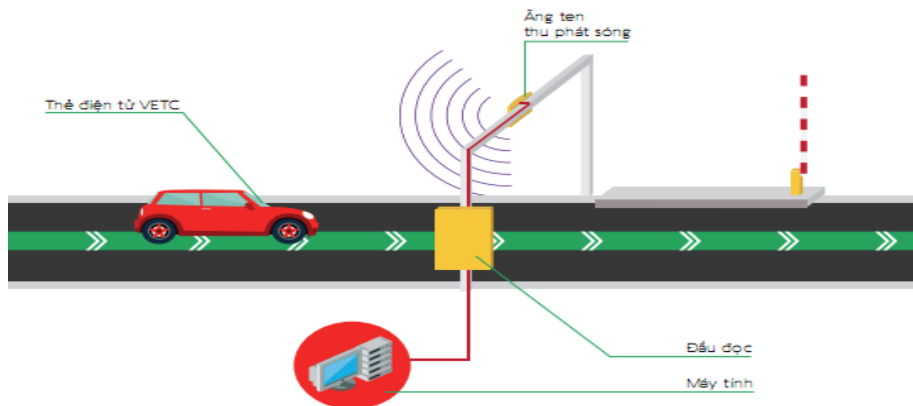
Công ty VETC là đơn vị cung cấp dịch vụ ETC được Bộ GTVT khuyến cáo các phương tiện ô tô sử dụng. Dịch vụ thu phí tự động đường bộ được áp dụng công nghệ RFID, sử dụng sóng radio để nhận diện tự động phương tiện xe cơ giới, từ đó có thể dễ

dàng giám sát, quản lý và lưu vết từng giao dịch của phương tiện, quy trình tiến hành dịch vụ thu phí tự động như hình 5.

Kết hợp cùng hệ thống thanh toán điện tử cho các giao dịch đã được xác minh, dịch vụ thu phí tự động đường bộ VETC đảm bảo lưu thông không dừng của phương tiện qua trạm thu phí với tỷ lệ chính xác đạt hơn 90%.

Công nghệ này đồng thời đã chứng minh sự ưu việt của nó trong các mô hình giao thông thông minh, đặc biệt ở các nước có hạ tầng giao thông và xã hội gần tương tự Việt Nam như Malaysia, Indonesia, Philippines [12].

DỊCH VỤ THU PHÍ TỰ ĐỘNG ĐƯỜNG BỘ VETC



Hình 5. Quy trình thu phí tự động ETC.

Theo đó, trạm thu phí Xa lộ Hà Nội đã áp dụng hình thức thu phí mới đối với 14 làn xe như sau: 08 làn trung tâm hai chiều thì làn 1 đến làn 4 chỉ cho xe đủ điều kiện gắn thiết bị thu phí không dừng ETC đi vào, làn 5 đến làn 8 cho phép chạy hỗn hợp ETC và MTC, còn làn 9 đến 14 vẫn áp dụng MTC, nhằm đáp ứng quy định của Bộ, minh bạch tài chính, cũng như góp phần giảm tình trạng ùn tắc chờ dài khi dịch vụ thu phí MTC đem đến.

Đối với các mức phí qua trạm, theo quyết định mới nhất của UBND TP.HCM, mức giá dịch vụ sử dụng đường bộ đối với phương tiện lưu thông qua trạm BOT Xa lộ như sau:

- Xe dưới 12 ghế ngồi, xe tải có tải trọng dưới 02 tấn giá vé là 28,000 đồng/vé/lượt;
- Xe từ 12 - 30 ghế ngồi, xe tải có tải trọng từ 02 đến dưới 04 tấn: 42,000 đồng/vé/lượt;
- Xe từ 31 ghế ngồi trở lên, xe tải có tải trọng từ 04 tấn đến dưới 10 tấn: 55,000 đồng/vé/lượt;
- Xe tải có tải trọng từ 10 tấn đến dưới 18 tấn, xe chở hàng bằng container 20 ft: Giá vé 110,000 đồng/vé/lượt;
- Xe tải có tải trọng trên 18 tấn, xe chở hàng bằng container 40 ft: Giá vé là 155,000 đồng/vé/lượt.

2.3. Lưu lượng và thành phần giao thông

Thành phần giao thông đại diện cho tỷ lệ của các loại xe khác nhau, theo đó quá trình thu thập dữ liệu phân loại các phương tiện sao cho phù hợp với loại xe trong mô hình VISSIM ở hình 6.

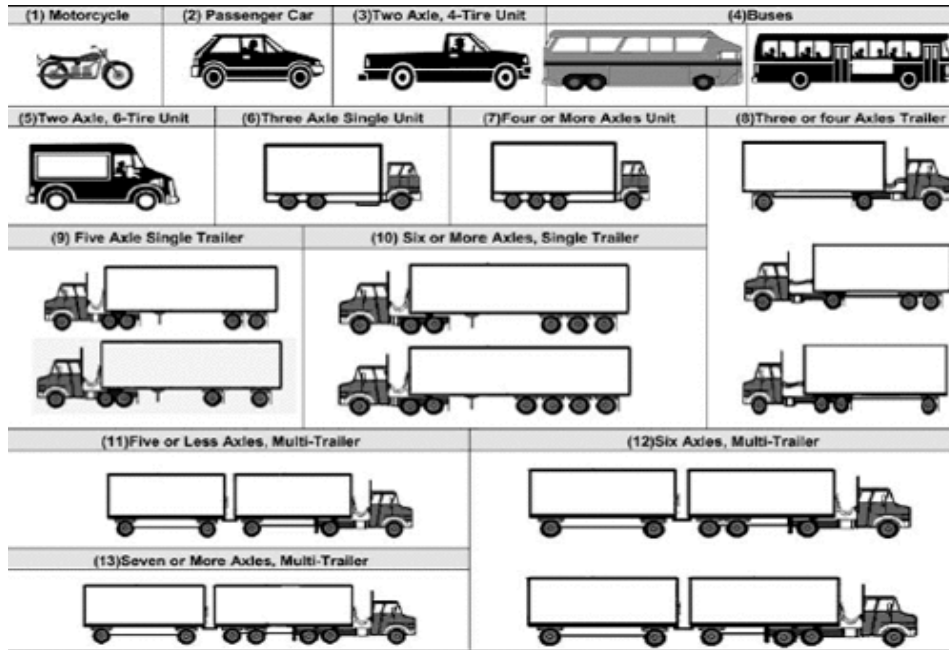
Điều này rất hữu ích để kiểm soát các mô hình ứng xử của phương tiện và hành vi trong trạm thu phí, để đảm bảo hoạt động của phương tiện là tương đối gần với thực tế của chúng trong mô hình mô phỏng VISSIM. Ngoài ra, thành phần giao thông trong các mô hình trạm thu phí không chỉ tập trung vào tỷ lệ của các loại phương tiện khác nhau trong dòng giao thông mà còn về tỷ lệ dòng giao thông dựa trên các loại làn đường thu phí (phương thức thanh toán).

Công tác thu thập số liệu lưu lượng phương tiện được thu thập vào ngày 10/04 đến ngày 13/04/2021, quá trình thu thập nhóm nghiên cứu có xem xét tới ảnh hưởng của dịch COVID, dẫn đến việc số lượng phương tiện có thể tăng giảm. Dữ liệu được kiểm đếm thông qua công tác xử lý nội nghiệp từ video thu thập được ở trạm thu phí.

Thời gian quan trắc diễn ra trong 04 ngày làm việc để nhằm đảm bảo số liệu phản ánh đúng tình trạng hoạt động hiện tại của trạm.

Số lượng phương tiện thông qua trạm là biến động trong ngày (không thu thập lưu lượng xe máy), 03 thời điểm được thu thập gồm: (1) cao điểm sáng (7:00 – 8:00), (2) cao điểm trưa (11:00 –

12:00), (3) cao điểm chiều (17:00 – 18:00), được lựa chọn để tìm ra tổng lưu lượng phương tiện lưu thông nhiều nhất/giờ và giúp phản ánh được tình trạng hoạt động của dòng giao thông tại trạm.



Hình 6. Các loại phương tiện trong mô hình.

Thông qua phân tích số liệu thu thập từ hiện trường, bảng 1 cho thấy thành phần giao thông tại trạm thu phí vào giờ cao điểm sáng (7:00 – 8:00) được xem xét là bất lợi nhất, xảy ra tình trạng ùn tắc, hướng vào Thành phố với lưu lượng 2,667 phương tiện/giờ, bao gồm 69.8% xe hơi, xe buýt 8.5%, xe tải 16.1% và xe kéo 5.6%; trong khi thành phần giao thông tại làn đường thoát với lưu lượng 2,015 phương tiện/giờ, bao gồm 73.5% xe hơi, xe buýt 7.1%, xe tải 14.7% và xe kéo 4.7%. Tỷ lệ phần trăm cho xe kích thước lớn (xe buýt lớn, xe tải lớn và xe container) đối với hướng vào là 12.6% và hướng ra là 10.3%. Số liệu thu thập sẽ sử dụng đánh giá điều kiện vận hành tại trạm ở nội dung tiếp theo.

2.4. Tốc độ lưu thông qua trạm thu phí

Tốc độ mong muốn của các phương tiện qua trạm thu phí thay đổi tùy theo loại trạm, vị trí trạm, hướng tiếp cận và hạng xe. Việc sử dụng bảng phân phối các giá trị của tốc độ mong muốn làm cho mô hình được chính xác hơn trong việc thể hiện các hoạt động giao thông thực tế của trạm thu phí.

Dòng phương tiện lưu thông qua trạm theo qui định trên Xa lộ Hà Nội với tốc độ tối đa 80 km/h tại làn dành cho phương tiện ô tô, với tốc độ này các phương tiện sẽ di chuyển mà không bị cản trở, việc mô hình hóa sẽ không quá phức tạp. Tuy nhiên, dòng phương tiện ô tô lưu thông trong khu vực trạm thu phí khá phức tạp, do việc lưu thông đến trạm có nhiều thành phần phương tiện tham gia, với việc tổ chức giao thông chuyển đổi từ 04 làn qua rất nhiều làn của trạm thu phí.

Bảng 1. Lưu lượng phương tiện ra/vào trạm.

Loại xe	Hướng vào	Hướng ra
Ô tô con	1,862(69.8%)	1,481(73.5%)
Buýt nhỏ	141(5.3%)	89(4.4%)
Buýt lớn	85(3.2%)	54(2.7%)
Tải nhỏ	328(12.3%)	238(11.8%)
Tải lớn	101(3.8%)	58(2.9%)
Container	149(5.6%)	95(4.7%)
Tổng	2,667	2,015

Do vậy, việc thu thập tốc độ từng loại phương tiện là tương đối khó khăn, đề tài sử dụng phương pháp đo theo nhóm phương tiện thông qua các trạm trung tâm và các trạm phía bên. Một phương tiện xe máy tại làn xe máy sẽ quan sát và di chuyển theo một nhóm phương tiện ô tô (vehicle platoon) bắt đầu vào khu vực chuyển làn từ tốc độ tự do đến vị trí các làn chuyển hướng để vào khu vực trạm thu phí và di chuyển ra khỏi khu vực trạm, với khoảng cách sử dụng là 1,150 m (khoảng cách giữa hai trạm 750 m và khoảng cách chuyển làn vào/ra 200 m). Công việc khảo sát được tiến hành song song với quá trình thu thập lưu lượng qua trạm và thời gian phục vụ để số liệu được đồng nhất.

Việc đo đạc ngẫu nhiên trong một giờ với khoảng thời gian 15 phút đo một lần lấy kết quả. Kết quả phân tích cho thấy nhóm phương tiện có tốc độ qua trạm đối với hướng vào Thành phố ở mức trung bình là 13.41 km/h. Đối với hướng ra Thành phố tốc độ trung bình qua trạm là 15.36 km/h. Từ kết quả thu thập được, tốc độ mong muốn của các loại phương tiện ô tô sẽ được điều chỉnh và xây dựng lại trong mô hình mô phỏng VISSIM cho trường hợp nghiên cứu tại trạm thu phí Xa lộ Hà Nội.

2.5. Thời gian phục vụ tại trạm thu phí

Thời gian phục vụ, theo định nghĩa chung, là khoảng thời gian giữa thời gian khi các bánh xe của phương tiện dừng lăn bánh tại trạm thu phí và thời gian bắt đầu lăn bánh trở lại. Nói cách khác, thời gian phục vụ là thời gian một chiếc xe dành để hoàn thành một giao dịch tại trạm thu phí, nó không bao gồm thời gian trễ trong hàng đợi trước khi vào quầy thu phí. Thời gian phục vụ là một thông số quan trọng để đánh giá hiệu quả hoạt động của trạm thu phí. Một số yếu tố ảnh hưởng đến thời gian phục vụ thực tế trong thu phí điện tử (ETC) và thu phí thủ công (MTC), chẳng hạn như loại phương tiện thanh toán, giá trị phí, thành phần giao thông, hiệu quả xử lý của công nghệ thu phí điện tử (ETC) và hiệu quả của nhân viên thu phí. Những khía cạnh này rất hữu ích trong việc lý giải tại sao xe hơi có thời gian phục vụ khác với xe tải hoặc tại sao các xe cùng loại có

thời gian phục vụ khác nhau cho cùng một hướng di chuyển.

Trong một quầy thu phí thông thường, thời gian phục vụ được tính từ khi xe dừng tại trạm thu phí cho đến khi bắt đầu di chuyển. Đối với làn đường ETC không dừng, xe phải giảm tốc trong giới hạn tốc độ khi đi qua trạm thu phí. Cho phép phương tiện ETC giao dịch mà không dừng tại trạm thu phí, thời gian phục vụ cho phương tiện ETC không dừng trong trường hợp này bằng không.

Việc xác định thời gian phục vụ tại trạm thu phí (trạm thu phí thông thường) trở nên quá phức tạp, đặc biệt là ở làn đường thu phí phương thức hỗn hợp. Sự phức tạp đến từ thực tế là các làn đường thu phí chế độ hỗn hợp nhiều loại có năm loại phương tiện, mỗi loại có thời gian phục vụ riêng. Hơn nữa, thời gian phục vụ là khác nhau, cho dù khi vào hay ra, đối với một loại xe cụ thể.

Thời gian phục vụ thu thập bằng cách đo thời gian thu phí qua trạm của 06 loại phương tiện qua các hình thức thu phí khác nhau (MTC, ETC và hỗn hợp (M&E)), số lượng phương tiện được đo đếm 15% số lượng phương tiện qua trạm, do việc thu thập cũng gặp khó khăn bởi nguồn lực và vị trí thu thập chưa thực sự thuận lợi vì liên quan tới công tác an toàn tại trạm thu phí, kết quả thời gian phục vụ trung bình như ở bảng 2. Kết quả cho thấy thời gian thu phí đối với các phương tiện kích thước lớn rất lâu thường hơn 10 giây và gấp đôi so với thời gian thu phí cho xe ô tô con.

Bảng 2. Thời gian phục vụ theo các loại thu phí.

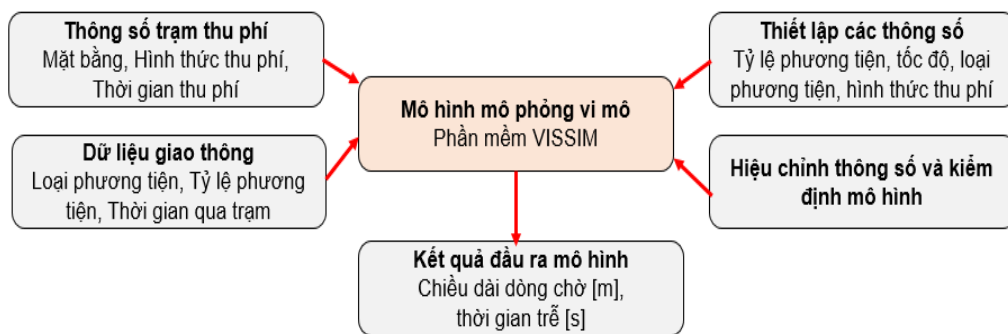
Loại xe	MTC/ETC/ M&E	MTC/ETC/ M&E
	Hướng vào	Hướng ra
Ô tô con	4.1/2.1/2.7	3.8/1.9/2.9
Buýt nhỏ	6.4/2.3/4.1	5.7/2.2/4.3
Buýt lớn	10.2/3.1/6.3	9.3/4.2/5.1
Tải nhỏ	9.6/3.6/6.1	8.1/3.3/5.7
Tải lớn	13.2/5.6/8.9	12.2/4.9/8.1
Container	15.6/6.4/10.3	14.1/5.7/9.1

3. Đánh giá ảnh hưởng của phương tiện kích thước lớn đến trạm thu phí

3.1. Xây dựng mô hình trạm thu phí

Tổng hợp kết quả từ những nghiên cứu trước đây [2], [5], [7], [9], cho thấy có rất nhiều phần mềm mô phỏng giao thông có sẵn để nghiên cứu các hoạt động giao thông tại các trạm thu phí. Mỗi phần mềm đều có ưu và nhược điểm để mô phỏng hoạt động của trạm thu phí. Khả năng tùy biến của các mô phỏng rất khác nhau và việc lựa chọn mô hình phù hợp nhất cho trường hợp cụ thể phụ thuộc vào một số yếu tố như yêu cầu và đặc điểm của địa

điểm/trạm thu phí, chi phí, mục tiêu nghiên cứu và khả năng mô hình mô phỏng để đạt được các mục tiêu của nghiên cứu đặt ra. Trong nghiên cứu này, VISSIM đã được chọn để mô phỏng các hoạt động tại trạm thu phí Xa lộ Hà Nội. Mô hình đã được chứng minh rằng, VISSIM là một công cụ rất phù hợp để mô phỏng các hoạt động giao thông tại trạm thu phí và hiệu suất của nó theo các yêu cầu và mục tiêu của nghiên cứu này và các nghiên cứu trước đây được thực hiện trên thế giới cũng như tại Việt Nam trong những năm gần đây, qui trình mô phỏng VISSIM được nêu ở hình 7.



Hình 7. Qui trình thực hiện mô phỏng.

Mô hình hiện trạng của trạm thu phí đã được tạo ra với các đầu vào cần thiết liên quan đến trạm thực, bao gồm: (i) hình ảnh vệ tinh kết hợp đo đạc trong thực tế được sử dụng để khớp với thông tin về số làn đường trong trạm thu phí và hình học của khu vực trạm thiết lập trong mô hình VISSIM như hình 8; (ii) lưu lượng phương tiện; (iii) thành phần giao thông; (iv) loại hình thu phí, (v) thời gian thu phí, (vi) tốc độ phương tiện và các thông số hiệu chỉnh mô hình.

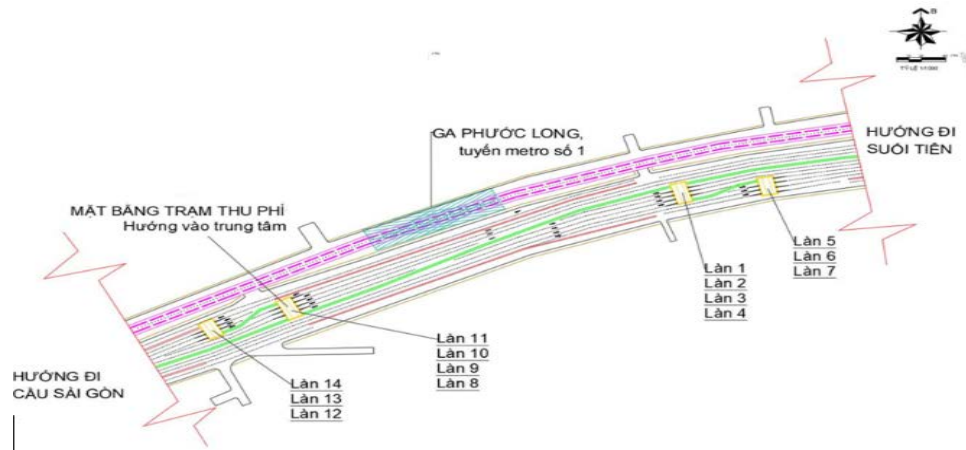
3.2. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Hiệu chỉnh là một quá trình điều chỉnh các tham số mô hình để cải thiện khả năng mô hình nhằm tái tạo chính xác các đặc điểm vận hành giao thông trong thực tế. Hiệu chỉnh được thực hiện trên các thành

phần khác nhau để phân tích dữ liệu quan sát ở mức đủ để đáp ứng các mục tiêu của mô hình.

Hiệu chỉnh là cần thiết vì không có mô hình nào chính xác như nhau cho tất cả các điều kiện giao thông có thể. Ngay cả mô hình vi mô chi tiết nhất vẫn chỉ chứa một phần của tất cả các biến ảnh hưởng đến điều kiện giao thông trong thế giới thực. Do đó, mọi mô hình phải được điều chỉnh phù hợp với điều kiện cụ thể.

Đối với bài báo này sử dụng các tham số của mô hình Wiedemann 99 trong mô hình VISSIM như bảng 3, các tham số sẽ được điều chỉnh nhằm phản ánh những điều kiện của dòng giao thông hỗn hợp như trường hợp của Xa lộ Hà Nội [13].



Hình 8. Kích thước hình học trạm thu phí.

Để đánh giá mô hình có đảm bảo độ tin cậy hay không, đề tài sử dụng hàm toán GEH được sử dụng nhiều trong lĩnh vực nghiên cứu giao thông của tác giả Geoffrey E.Havers.

$$GEH = \sqrt{\frac{2(M - C)^2}{M + C}} \quad (1)$$

Trong đó, M : Lưu lượng phương tiện theo giờ trong mô hình và C : Lưu lượng phương tiện khảo sát. Trường hợp $GEH < 5$: Rất tốt, GEH từ 5 đến 10: Đảm bảo cho nghiên cứu, $GEH > 10$: Khó đảm bảo sự chính xác của mô hình. Quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình của trạm thu phí được đánh giá ở nội dung tiếp theo.

3.3. Điều kiện vận hành hiện trạng

Mô hình sau khi được hiệu chỉnh các tham số, tiến hành chạy thử để đánh giá mức độ chính xác liệu có thỏa mãn công thức (1). Qua đánh giá, mô hình với các tham số hiệu chỉnh đảm bảo độ chính xác phù hợp để nghiên cứu, với hệ số GEH đạt 6.57. Dựa trên kết quả đầu ra của mô hình trạm thu phí 3D như hình 9. Điều kiện vận hành của trạm thu phí được đánh giá theo từng phương thức thu phí, lưu lượng phương tiện, loại phương tiện được chi tiết hóa theo hai thông số: (1) chiều dài dòng chờ (m), (2) thời gian trễ (giây). Qua bảng tổng hợp, cho ta thấy việc thu phí hiện tại của trạm đang tồn tại những vấn đề gì, nếu trong trường hợp lưu lượng phương tiện kích thước lớn lại tiếp tục tăng trưởng, liệu hình thức thu phí hiện tại có còn hiệu quả.

Bảng 3. Tham số mô hình Wiedemann 99.

Tham số	Mặc định	Hiệu chỉnh
CCO (khoảng cách khi dừng) [m]	1.5	1.5
CC1 (thời gian giãn cách) [s]	0.90	0.80
CC2 (khoảng cách xe theo xe) [m]	4.0	3.0
CC3 (thời gian xe giảm tốc) [s]	-8.0	-6.0
CC4 (ngưỡng giảm tốc) [m/s]	-0.35	-0.25
CC5 (ngưỡng tăng tốc) [m/s]	0.35	0.30
CC6 (dao động của tốc độ) [1/m/s]	11.44	10.00
CC7 (dao động của gia tốc) [m/s ²]	0.25	0.20
CC8 (gia tốc dừng) [m/s ²]	3.50	3.00
CC9 (gia tốc với 80 km/h) [m/s ²]	1.50	1.5

Bảng 4 với QL (chiều dài dòng chờ dài nhất (m)), D (thời gian trễ (giây)), theo hướng dẫn của sổ tay HCM (2010) [14], về đánh giá mức độ phục vụ, cho kết quả hiện nay tuy làn thu phí tự động (ETC) đang ở mức độ D, nhưng các làn thu phí bằng tiền mặt (MTC) và hỗn hợp đang có chiều dài dòng chờ lớn nhất hơn 200 m và thời gian chờ hơn 200 giây, theo quy định thì đang mức độ F, điều này có thể lý giải việc bố trí làn thu phí hiện nay đối với xe có kích thước lớn được di chuyển chủ yếu ở làn MTC và HH. Như vậy dẫn đến điều kiện vận hành chung của trạm thu phí Xa lộ Hà Nội đang ở mức độ phục vụ F trong thời gian giờ cao điểm sáng. Tuy nhiên, kết quả cũng cho thấy hiệu quả của việc thu phí ETC, chiều dài dòng chờ nhỏ hơn 100 m và thời gian trễ

thấp, do đó, một kịch bản được đặt ra nếu tương lai lưu lượng phương tiện lớn lại tiếp tục tăng trưởng sẽ ảnh hưởng như thế nào đến điều kiện vận hành của trạm thu phí, cũng như đánh giá tiềm năng chuyển qua làn thu phí ETC toàn bộ thì điều kiện vận hành của trạm sẽ được cải thiện như thế nào, tất cả được trình bày ở nội dung tiếp theo.

Bảng 4. Điều kiện vận hành của trạm thu phí.

Thu phí	Thông số	Hướng vào	Hướng ra
MTC	QL (m)	222.35	169.84
	D (s)	265.51	205.2
Hỗn hợp	QL (m)	205.99	128.69
	D (s)	139.01	108.32
ETC	QL (m)	91.90	73.94
	D (s)	46.35	38.28

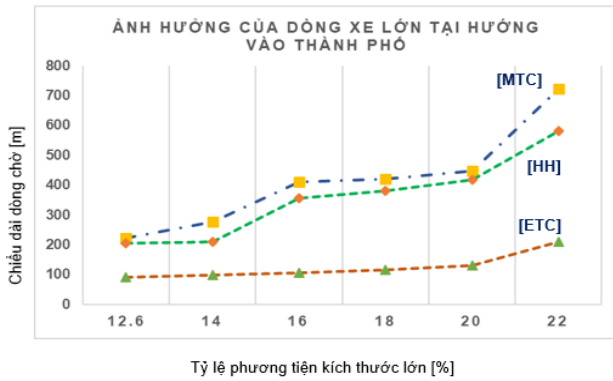


Hình 9. Hình ảnh mô phỏng 3D trong VISSIM.

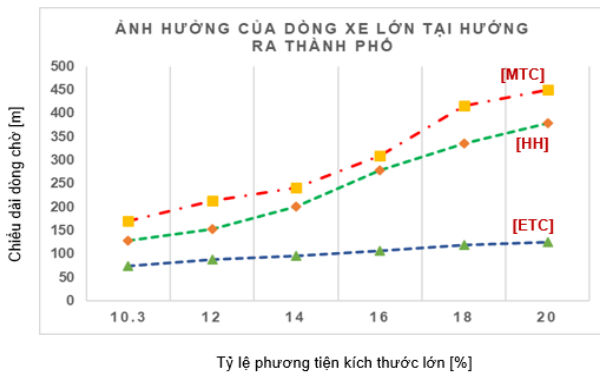
3.4. Đánh giá ảnh hưởng của phương tiện kích thước lớn

Nghiên cứu này nhằm xây dựng mô hình mô phỏng giao thông của trạm thu phí xa lộ Hà Nội dựa trên mô hình đã điều chỉnh và kiểm định. Đầu tiên, các mô hình mới được đề xuất được sử dụng làm kịch bản để thể hiện các điều kiện giao thông khác nhau tại trạm. Từ đó, tác động của tỷ lệ phần trăm xe kích thước lớn đối với chiều dài hàng chờ theo làn đường thu phí chế độ MTC, ETC, hỗn hợp được thử nghiệm. Thứ hai, ảnh hưởng của tỷ lệ phần trăm xe hạng nặng đối với trường hợp chỉ thu phí ETC.

Đối với mức tăng trưởng xe kích thước lớn, căn cứ theo tăng trưởng phương tiện ô tô các loại thống kê của Sở Công thương TP.HCM, trong giai đoạn 2007 – 2019, tuy có những giai đoạn tăng rất nhanh, nhưng có giai đoạn giảm đáng kể, mức tăng trưởng 6% - 10%/năm, điều này phản ánh do việc loại bỏ thuế nhập khẩu trong những năm gần đây tiến về 0%. Trong trường hợp nghiên cứu này, đề xuất đối với tăng trưởng phương tiện kích thước lớn khoảng 2% với mức tăng đối với hướng vào lên 22%, và hướng ra là 20%, để đánh giá mức độ ảnh hưởng đến điều kiện vận hành của trạm thu phí. Việc đánh giá ảnh hưởng phương tiện kích thước lớn đối với trường hợp hiện trạng thì phương tiện lưu thông trong làn ETC là ô tô kích thước nhỏ nên không tiến hành đánh giá trong nội dung này. Việc đánh giá chỉ được nêu ra trong trường hợp MTC và hỗn hợp. Có 06 mốc đánh giá đối với tỷ lệ phương tiện kích thước lớn, đánh giá cả hai chiều vào và ra trạm thu phí. Kết quả quá trình chạy mô hình, chiều dài hàng chờ được thu thập vào cuối thời gian mô phỏng/giờ. Tại hướng vào như hình 10, chiều dài hàng chờ tăng nhanh từ 222.35 m lên 622.5 m đối với 12.6% và 22% xe kích thước lớn tương ứng. Trong khi đó, điều được quan sát ở hướng thoát, chiều dài hàng chờ tăng nhanh từ 169.84 m đến 450.2 m đối với 10.3% và 20% của xe kích thước lớn, như ở hình 11. Đối với trường hợp chiều dài hàng chờ khi tỷ lệ phương tiện tăng 10%, ở làn thu MTC chiều dài dòng chờ tăng gấp ba lần và gấp hai lần đối với hướng vào, hướng ra tương ứng của trạm thu phí. Trong trường hợp tỷ lệ phương tiện lớn hơn 20% tổng số phương tiện cho thấy, chiều dài dòng chờ tăng đột biến, cho thấy trạm cần có những công cụ để đo lường và có thể đưa ra giải pháp điều chỉnh tránh gây ảnh hưởng lớn đến hoạt động của trạm. Qua kết quả phân tích, có thể rút ra nhận xét: Phương tiện kích thước lớn ảnh hưởng rất lớn đến điều kiện vận hành đối với điều kiện hạ tầng hiện có và hình thức thu phí ở cả hai chiều di chuyển.



Hình 10. Ảnh hưởng của dòng xe lớn hướng vào.



Hình 11. Ảnh hưởng của dòng xe lớn hướng ra.

Ảnh hưởng của tỷ lệ phần trăm xe hạng nặng đối với chiều dài hàng chờ cho các loại làn đường thu phí khác cũng được kiểm tra cho thấy, chiều dài hàng chờ ở chế độ thu tiền mặt là lớn nhất, trên cơ sở các biểu đồ được thể hiện trong hình 10, hình 11. Chiều dài dòng chờ của làn thu phí hỗn hợp không có nhiều cải thiện so với thu phí bằng tiền mặt. Điều này cho thấy giải pháp thu phí hỗn hợp ít hiệu quả đối với trường hợp trạm thu phí Xa lộ Hà Nội. Nguyên nhân có thể là do các phương tiện với kích thước khác nhau lưu thông hỗn hợp dẫn đến giảm hiệu quả của hình thức thu phí không dừng (ETC).

Từ kết quả trên cho thấy với hình thức thu phí hiện tại, điều kiện vận hành sẽ giảm đáng kể trong trường hợp tăng trưởng về số lượng phương tiện kích thước lớn qua trạm. Giả thiết được đặt ra, nếu toàn bộ hệ thống thu phí tại trạm được chuyển sang dạng thu phí tự động ETC của các làn có phương tiện kích thước lớn được phép di chuyển thì mức độ ảnh hưởng như thế nào đối với điều kiện vận hành của trạm thu phí. Đầu ra của mô hình cho thấy, các phương tiện kích thước lớn vẫn có ảnh hưởng đến

điều kiện vận hành của trạm thu phí với chiều dài hàng chờ lớn nhất dưới 100 m như hình 10, hình 11. Tuy nhiên với mức tăng trưởng như giả thiết thì hình thức thu phí tự động vẫn giúp cải thiện đáng kể điều kiện vận hành, đặc biệt là chiều dài dòng chờ. Qua đó, cho thấy chính sách áp dụng thu phí tự động của Chính phủ sẽ góp phần giảm ùn tắc và giảm chiều dài hàng chờ, giảm tổn thất về kinh tế và chi phí vận hành của phương tiện tại các trạm thu phí trên cả nước nói chung và trạm thu phí Xa lộ Hà Nội nói riêng.

4. Kết luận

Mục tiêu chính của nghiên cứu này là kiểm tra tác động của tỷ lệ phần trăm xe kích thước lớn trong hệ thống đường bộ Việt Nam đến điều kiện vận hành của trạm thu phí xa lộ Hà Nội về chiều dài hàng chờ phương tiện. Phần mềm mô phỏng vi mô VISSIM đã được sử dụng để xây dựng mô hình trạm thu phí Xa lộ Hà Nội thông qua điều tra các hoạt động kích thước hình học, hoạt động thu phí và lưu lượng phương tiện.

Mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định nhằm chứng minh rằng VISSIM là một công cụ phù hợp để mô phỏng luồng giao thông không đồng nhất và có thể phản ánh chính xác các hoạt động trong thế giới thực của trạm thu phí. Hơn nữa, kết quả cho thấy tỷ lệ xe kích thước lớn trong lưu lượng giao thông có tác động đáng kể đến chiều dài xếp hàng tại trạm bắt đầu từ 12.6% và 10.3% tại các hướng vào và ra, tương ứng, đối với hình thức thu phí bằng tiền mặt (MTC) và thu phí hỗn hợp. Trường hợp thu phí hỗn hợp tại trạm cũng chưa thực sự phát huy được hiệu quả từ kết quả phân tích của mô hình. Trường hợp tỷ lệ phương tiện hơn 20% tổng số phương tiện dòng xe, cho thấy chiều dài hàng chờ tăng đột biến, vì vậy cần có giải pháp để hạn chế vấn đề này. Một giải pháp tiềm năng để cải thiện chiều dài hàng chờ tại các hướng vào và ra tại trạm là thay đổi hình thức thanh toán tự động thay vì thu phí bằng tiền mặt như hiện nay đối với các phương tiện kích thước lớn.

Nghiên cứu hiện chỉ áp dụng tại trạm thu phí Xa lộ Hà Nội, chưa thể phản ánh tình trạng giao thông và áp dụng trên các trạm thu phí khác nhau, như trên đường cao tốc, hoặc trên đường quốc lộ khác, việc thu thập dữ liệu đầu vào còn nhiều khó khăn dẫn đến quá hình hóa còn nhiều hạn chế nhất định, đây cũng là hạn chế của nghiên cứu này. Một số kịch bản được nghiên cứu như: (1) điều chỉnh cách thức phân làn (khá phức tạp hiện nay) việc chuyển làn, đặt cụm thu phí cùng chiều; (2) chuyển đổi các làn thu phí theo hình thức tự động (ETC) đối với giai đoạn từng năm; (3) hướng đến toàn bộ các làn và cũng là hướng nghiên cứu tiếp theo của đề tài trong giai đoạn sắp tới.

Lời cảm ơn.

Tác giả xin gửi lời cảm ơn đến hai bạn sinh viên Trần Quốc Thiện và Nguyễn Hùng Phong đã tham gia hỗ trợ việc khảo sát và thu thập số liệu phục vụ cho nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo

- [1] Thủ tướng chính phủ; “Quyết định 326/QĐ-TTg ngày 01/03/2016 của Thủ tướng chính phủ về việc phê duyệt quy hoạch phát triển mạng lưới đường bộ cao tốc Việt Nam đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030”. Ban hành: 01/03/2016 và có hiệu lực kể từ ngày ký.
- [2] S. Punitha; “Design and evaluation of traffic delays in toll plaza using combination of queueing and simulation”. *Journal of Physics Conference Series*. 2018; 1139(1). Series 1139 (2018) 012080. DOI: 10.1088/1742-6596/1139/1/012080.
- [3] Y. V. Navandar, A. Dhamaniya, D. A. Patel, S. Chandra; “Traffic flow analysis at manual tollbooth operation under mixed traffic conditions”. *Journal of Transportation Engineering Part A Systems*. 2019; 145(6):1-17. DOI: 10.1061/JTEPBS.0000247.
- [4] K. Komada, T. Nagatani; “Traffic flow through multi-lane tollbooths on a toll highway”. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 2010; 389(11):2268-2279. DOI: 10.1016/j.physa.2010.01.041.
- [5] B. Sadoun; “Optimizing the operation of a toll plaza system using simulation: A methodology. *Simulation*”. 2005; 81(6):657-664. DOI: 10.1177/0037549704047603.
- [6] H. M. Al-Deek, A. A. Mohamed, E. A. Radwan; “New model for evaluation of traffic operations at electronic toll collection plazas”. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. 2000; 1710 (1):1-10. DOI: 10.3141/1710-01.
- [7] J. Barceló et al.; “Microscopic traffic simulation: a tool for the design, analysis and evaluation of intelligent transport systems”. *Journal of Intelligent and Robotic Systems*. 2005; 41(2):173-203. DOI: 10.1007/s10846-005-3808-2.
- [8] A. Broaddus, C. Gertz; “Tolling heavy goods vehicles: Overview of European practice and lessons from German experience”. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. 2008; 2066(1):106 - 113. DOI: 10.3141/2066-12.
- [9] N. Nezamuddin, H. Al-Deek; “Developing Microscopic Toll Plaza and Toll Road Corridor Model with Paramics”. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. 2008; 2047(1):100-110. DOI: 10.3141/2047-12.
- [10] T. H. Van, J. D. Schmöcker, S. Fujii; “Upgrading from motorbikes to cars: Simulation of current and future traffic conditions in Ho Chi Minh City”. In *Proc. the Eastern Asia Society for Transportation Studies*. 2009; 7:335-349.
- [11] D. N. Huynh, M. Boltze, A. T. Vu; “Modelling mixed traffic flow at signalized intersection using social force model”. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*. 2013; 10:1734-1749. DOI: 10.11175/eastpro.2009.0.335.0.
- [12] Bộ giao thông vận tải; “Hệ thống thu phí không dừng áp dụng tại Việt Nam”. <https://mt.gov.vn/vn/tin-tuc/46986/vai-net-ve>

he-thong-thu-phi-khong-dung-ap-dung-tai-viet-nam.aspx. Ngày truy cập: 01/08/2021.

- [13] C. M. Weyland, M. V. Baumann, H. S. Buck, P. Vortish; “Parameters influencing lane flow distribution on multilane freeways in PTC VISSIM”. *Procedia Computer Science*. 2021; 184:453-460. DOI: 10.1016/j.procs.2021.03.057.

- [14] Transportation Research Board of The National Academies; “Highway Capacity Manual”. Washington D.C, USA: Transportation Research Board. 2010.

Ngày nhận bài: 07/06/2021

Ngày chuyển phản biện: 10/06/2021

Ngày hoàn thành sửa bài: 01/07/2021

Ngày chấp nhận đăng: 08/07/2021