

Phân tích dòng bão hòa trong nút giao thông có đèn điều khiển tại TP Hà Nội

Analysis of saturation flow at signalized intersections in Ha Noi City

> PGS.TS HOÀNG QUỐC LONG

Học viện Kỹ thuật Quân sự

Email: hoanglong@lqdtu.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo thảo luận về giá trị dòng xe bão hòa tại một nút giao thông có đèn điều khiển ở Thủ đô Hà Nội. Nghiên cứu giúp đánh giá hiệu quả của hệ thống điều khiển tín hiệu giao thông cũng như đưa ra các giải pháp giảm thiểu ùn tắc giao thông và tai nạn giao thông. Thiết kế các nút giao thông có tín hiệu giao thông phụ thuộc vào hệ số quy đổi xe con và giá trị dòng xe bão hòa. Tại Hà Nội, dòng giao thông mang tính không đồng nhất, với xe máy chiếm tỷ lệ lớn trong thành phần giao thông. Do đó, việc xem xét giá trị dòng xe bão hòa và hệ số quy đổi xe con là rất cần thiết để đánh giá năng lực thông hành của các nút giao thông có đèn điều khiển trong thực tế.

Từ khóa: Lưu lượng dòng xe bão hòa; hệ số quy đổi xe; nút giao thông có đèn điều khiển.

ABSTRACT

This paper discusses the saturation flow at signalized intersections in the capital city of Hanoi. It helps evaluate the efficiency of the traffic signal control system, as well as solutions for reducing traffic congestion and accidents. The design of signalized intersections depends on the passenger car unit and saturation flow. In Hanoi, traffic flow is heterogeneous, with motorcycles accounting for a large proportion of the traffic composition. Therefore, it is essential to consider saturation flow and passenger car unit to assess the capacity of signalized intersections.

Keywords: Saturation flow; passenger car unit; signalized intersection.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở Việt Nam nói chung và tại Thủ đô Hà Nội nói riêng, đặc điểm dòng giao thông trên mạng lưới đường trong đô thị là dòng giao thông hỗn hợp. Xe máy và các phương tiện thô sơ chiếm khoảng 70 - 85% thành phần dòng xe tại các nút giao thông có đèn điều khiển.

Theo [1] và một số nghiên cứu khác, dòng giao thông được giả định là đồng nhất và tuân thủ phân làn. Tuy nhiên, tại Hà Nội, phương tiện thường xuyên tận dụng khe hở bên để vượt lên đầu hàng và di chuyển ngay cả trong thời gian bão hòa của pha xanh. Do sự khác biệt cơ bản này, các mô hình tính toán hệ số quy đổi dòng xe và giá trị dòng bão hòa theo chuẩn các nước phát triển với dòng xe thuần nhất chưa phù hợp với điều kiện thực tế tại Hà Nội.

Thông số quan trọng nhất ảnh hưởng đến thiết kế và tính toán năng lực thông hành nút giao thông có đèn điều khiển là giá trị dòng bão hòa. Đây là yếu tố then chốt trong xác định năng lực và mức độ phục vụ (LOS) của nút giao thông.

Trong bài báo này, dòng giao thông thực tế được đo đếm và thu thập trực tiếp tại một nút giao để tính toán giá trị dòng bão

hòa. Tuy nhiên, đây không phải là nút có tính đặc trưng, đại diện điển hình nhất cho các nút giao thông có đèn điều khiển tại Hà Nội hiện nay.



Hình 1. Hình ảnh dòng giao thông hỗn hợp tại các nút giao thông có đèn điều khiển tại Hà Nội

2. TÍNH TOÁN GIÁ TRỊ DÒNG BẢO HÒA TẠI NÚT GIAO NGHIÊN CỨU

2.1. Khu vực nghiên cứu

Nút giao lựa chọn là nút Võ Chí Công - Xuân La, với bề rộng làn tiếp cận từ 13,99 m đến 22,43 m. Nút giao thông này có các yếu tố hình học tốt, độ dốc phù hợp, ít bị ảnh hưởng bởi người đi bộ, xe buýt dừng đỗ hay các vật cản khác, giúp giảm thiểu ảnh hưởng đến dòng xe vào - ra nút.

Các hướng tiếp cận tại nút đều đạt trạng thái bão hòa trong toàn bộ hoặc phần lớn thời gian xanh vào các giờ cao điểm.

2.2. Thu thập dữ liệu

Tại nút giao này, dữ liệu về dòng xe theo các hướng được thu thập bằng camera kỹ thuật số, vị trí bố trí camera sao cho bao quát toàn bộ các hướng vào, ra nút và ghi hình rõ ràng các làn xe tiếp cận. Hình ảnh của dòng giao thông được ghi lại trong các giờ cao điểm buổi sáng (từ 6h30 đến 8h00) và giờ cao điểm buổi tối (từ 17h00 đến 19h00) vào các ngày thứ Hai và thứ Sáu trong tuần, các tham số thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Hình học và các tham số nút nghiên cứu

Tên nút	Hướng tiếp cận	Tổng bề rộng làn (m)	Thời gian chu kỳ (s)	Thời gian đèn xanh	Thời gian đèn vàng	Thời gian đèn đỏ
Nút giao Võ Chí Công và Xuân La	Xuân La 1	14,52	157	90	3	64
	Võ Chí Công 1	21,81	157	90	3	64
	Xuân La 2	13,99	157	90	3	64
	Võ Chí Công 2	22,43	157	90	3	64



Hình 2. Hình học của nút giao giữa đường Võ Chí Công và đường Xuân La

2.3. Xác định hệ số quy đổi cho từng loại xe

Hệ số quy đổi dòng xe đối phản ánh mức độ chiếm dụng không gian tương đối của một loại phương tiện so với xe con trong các điều kiện đường và giao thông nhất định. Hệ số quy đổi cho từng loại xe được tính trong điều kiện bão hòa theo công thức (1) [2]:

$$PCU_i = \frac{A_i \times t_i}{A_c \times t_c} \tag{1}$$

Trong đó:

PCU_i - Hệ số quy đổi của loại xe i;

A_i, A_c - Diện tích chiếm dụng của loại xe i và xe con;

t_i, t_c - Thời gian thoát xe trung bình.

Qua các giá trị thu thập tại nút giao, tính toán được các giá trị hệ số quy đổi cho các loại phương tiện như trong Bảng 2.

Bảng 2. Giá trị hệ số quy đổi theo các loại hình phương tiện trong nút nghiên cứu

Loại phương tiện	Hệ số quy đổi
Xe tải nặng	5,75
Xe con	1,00
Xe máy	0,23
Xe thô sơ	0,12

2.4. Xác định dòng bão hòa trong nút

Dòng bão hòa S là số lượng phương tiện tối đa có thể qua nút trong một đơn vị thời gian xanh hiệu dụng, thường tính theo xe/giờ. S được xác định theo công thức (2) [2, 3]:

$$S = (PCU/\text{Thời gian xanh hữu dụng}) \times 3.600 \tag{2}$$

Trong đó:

S - Giá trị dòng bão hòa (xe/h).

Dựa trên số liệu khảo sát dòng xe tại nút giao Võ Chí Công - Xuân La, giá trị dòng bão hòa S được tính toán theo công thức (2) và các kết quả được trình bày trong Bảng 3 dưới đây.

Bảng 3. Giá trị dòng bão hòa tại nút giao giữa đường Võ Chí Công và Xuân La

Tên nút giao	Hướng tiếp cận	Lưu lượng xe (xe/h)	Giá trị dòng bão hòa (xe/h)
Nút giao Võ Chí Công và Xuân La	Xuân La 1	4.409	29.393
	Võ Chí Công 1	1.315	8.766
	Xuân La 2	4.290	28.600
	Võ Chí Công 2	1.204	8.026

2.5. Phân tích dòng bão hòa cho một làn xe

Giá trị dòng bão hòa cho một làn xe đã được nhiều tác giả nghiên cứu và công bố, một số công bố được trình bày tại Bảng 4 [3].

Bảng 4. Giá trị dòng bão hòa của một số tác giả

Tác giả	Năm công bố	Điều kiện đường	Giá trị dòng bão hòa
Greenshilds B.D	1947	Một làn	1.714
Capelly D.S, Pinelle C	1961	Một làn	1.714
Webster F.V, Cobbe B.M	1966	Bề rộng làn tới nút giao	
		3,05m	1.850
		3,66m	1.900
		4,27m	2.075
		4,88m	2.475
Castens R.L	1971	Một làn	1.714
King G.F, Wilkinson M	1976	Một làn	1.636

Branston D	1979	Một làn	1.750
Kimber	1986	Điều kiện lý tưởng	2.080
Tracz, Tarko	1991	Điều kiện lý tưởng	1.890
HCM 2010 [1]	2010	Điều kiện lý tưởng	1.900

Ngoài ra, một số quốc gia còn tính toán theo công thức thực nghiệm:

$$S = 525 * W \quad (3)$$

Trong đó:

S - Giá trị dòng bão hòa (xe/h);

W - Chiều rộng làn đường (m).

Kết quả tính toán theo công thức (3) cho thấy giá trị dòng bão hòa trung bình của một làn xe tại nút giao Võ Chí Công - Xuân La được trình bày trong Bảng 5.

Bảng 5. Kết quả tính toán dòng bão hòa theo công thức (3)

Tên nút giao	Hướng tiếp cận	Tổng bề rộng làn	Giá trị dòng bão hòa
Nút giao giữa đường Võ Chí Công và Xuân La	Xuân La 1	14,52	7.623
	Võ Chí Công 1	21,81	11.450
	Xuân La 2	13,99	7.344
	Võ Chí Công 2	22,43	11.770

Nhận xét: Qua tính toán giá trị dòng bão hòa thực tế với công thức thực nghiệm cho thấy giá trị thực tế lớn hơn nhiều so với giá trị tính toán theo lý thuyết và từ đó cho thấy công thức thực nghiệm áp dụng tại một số nước không phù hợp với đặc điểm dòng xe tại Hà Nội.

3. KẾT LUẬN

Bài báo đã phân tích một nút giao có đèn điều khiển tại Hà Nội và kết quả cho thấy giá trị dòng bão hòa thu được từ khảo sát thực tế tại nút giao lớn hơn nhiều so với các giá trị công bố trong các nghiên cứu trước đây cũng như kết quả tính theo công thức thực nghiệm (3). Điều này cho thấy dòng bão hòa thực tế không phụ thuộc duy nhất vào bề rộng làn xe, do đó công thức thực nghiệm nói trên chưa phù hợp để áp dụng trong điều kiện Việt Nam.

Kết quả nghiên cứu thực địa bước đầu cũng chỉ ra rằng dòng bão hòa chịu ảnh hưởng mạnh bởi thành phần dòng giao thông trong nút. Khi tỷ lệ xe máy tăng, dòng bão hòa/mỗi mét bề rộng có xu hướng tăng nhờ khả năng lách khe và phân bố linh hoạt. Ngược lại, khi tỷ lệ ô tô tăng, dòng bão hòa giảm do cấu trúc dòng xe đồng nhất hơn và chiếm dụng không gian lớn hơn. Cần tiếp tục nghiên cứu thực tế tại các nút giao có tính điển hình đối với TP Hà Nội để phục vụ công tác tổ chức giao thông.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Highway Capacity Manual (2010), Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.
- [2]. Chandra, S. and Kumar (2006), Effect of Lane Width on Capacity Under Mixed Traffic Conditions in India, Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy, Department of Civil Engineering, National University of Singapore.
- [3]. Хоанг Куок Лонг (2008), Расчёт пропускной способности при проектировании пересечений со светофорным регулированием в условиях Вьетнама, Дис, МАДИ.