

Đánh giá một số đặc trưng cơ bản nút giao thông vòng quanh đảo trên các tuyến trục chính ở thành phố Đà Nẵng

Võ Hải Lăng¹

¹Trường Đại học Bách Khoa, ĐH Đà Nẵng

TỪ KHOÁ	TÓM TẮT
Đà Nẵng Nút vòng quanh đảo Tuyến trục chính Các đặc trưng cơ bản	Thông qua số liệu khảo sát thực tế và các cơ sở lý thuyết dòng xe, bài báo đã xác định được các đặc trưng cơ bản của nút giao thông vòng quanh đảo trên các tuyến trục chính ở thành phố Đà Nẵng. Đây là những cơ sở quan trọng, phục vụ công tác thiết kế và khai thác hiệu quả loại hình nút này trên địa bàn thành phố.
KEYWORDS	ABSTRACT
Da Nang Roundabouts Main routes Current status Fundamental characteristics	Based on local survey data and traffic flow theory, this paper provides fundamental characteristics of roundabouts on main routes in Da Nang city. They are important for such intersection design and operation.

1. Đặt vấn đề

Nút giao thông hình xuyên (hay còn được gọi là nút giao thông vòng quanh đảo) là loại hình nút giao thông mà tại đó phương tiện giao thông chỉ được cho phép lưu thông theo một hướng cố định vòng quanh đảo [1]. So sánh với một số loại nút giao thông khác như nút giao điều khiển bằng vạch dừng, nút giao điều khiển bằng đèn tín hiệu, thì nút giao hình xuyên có một số ưu điểm hơn: Giảm số điểm xung đột giữa các dòng xe trong phạm vi nút giao, giảm các điểm giao cắt nguy hiểm [2], tăng mỹ quan đường phố. Tuy nhiên loại hình nút này cũng có một số nhược điểm như tăng thời gian chạy xe qua nút, diện tích nút giao lớn.

Trên địa bàn thành phố Đà Nẵng hiện nay loại hình nút giao này đang được sử dụng khá phổ biến, nhất là trên các tuyến trục chính như Ngô Quyền, Điện Biên Phủ, Nguyễn Hữu Thọ, Phạm Văn Đồng, Đường 30 - 4. Tuy nhiên có một số nút được thiết kế với đường kính đảo trung tâm khá lớn, phần xe chạy quanh đảo rộng (Như trên đường Nguyễn Hữu Thọ, Ngô Quyền). Điều này có thể gây bất lợi cho hành trình xe qua nút, cũng như vấn đề an toàn giao thông tại các vị trí nút giao này. Từ thực tế đó Tác giả tiến hành phân tích, đánh giá các số liệu khảo sát về dòng xe, các yếu tố hình học và tổ chức giao thông của các nút giao thông vòng quanh đảo trên một số tuyến trục chính ở thành phố Đà Nẵng. Từ đó đánh giá hiện trạng đang khai thác, nghiên cứu khuyến nghị về mức độ phục vụ, các kích thước hợp lý của loại hình nút này thông qua các chỉ tiêu như hệ số mức độ phục vụ Z, thời gian chậm xe d. Điều này góp phần đem lại thuận lợi trong công tác thiết kế, tổ chức giao thông và hiệu quả trong khai thác.



Hình 1. Nút vòng quanh đảo trên đường Nguyễn Hữu Thọ.

2. Phương pháp nghiên cứu và một số kết quả

2.1 Phương pháp nghiên cứu

Sử dụng phương pháp lý thuyết kết hợp với thực nghiệm, trong đó cơ sở lý thuyết bao gồm: Kỹ thuật giao thông, lý thuyết dòng xe, các kết quả nghiên cứu dòng thuần xe con, nghiên cứu về dòng hỗn hợp nhiều thành phần trong đó chủ yếu là xe 2 bánh [3,4,5]. Cơ sở thực nghiệm là các kết quả khảo sát thực tế của dòng xe như lưu lượng xe, thành phần dòng xe, tốc độ dòng xe, cũng như quan sát quỹ đạo chuyển động của dòng xe qua nút vào giờ cao điểm. Các kết quả khảo sát được xử lý bằng toán thống kê và các mô hình toán học.

2.2. Các đặc trưng cơ bản của dòng xe

Một số đặc trưng cơ bản thường được sử dụng để khảo sát thực tế giờ cao điểm trên các nhánh dẫn vào nút là: Tốc độ xe chạy trung bình, lưu lượng xe, thành phần dòng xe, mật độ xe và quãng giữa các xe [6,7,8]. Tốc độ dòng xe là tốc độ trung bình được xác định thông qua toán thống kê của 40 mẫu đo tốc độ của các phương tiện. Lưu lượng xe và thành phần dòng xe được xác định qua quay camera tại các nút giờ cao điểm, sau đó đếm xe và tính toán xử lý số liệu theo các

tiêu chuẩn hiện hành. Thông qua dữ liệu quay camera, cũng như quan sát, đánh giá quỹ đạo chuyển động dòng xe trên các nút để xác định mật độ xe và quãng giữa các xe.

Bảng 1.

Đặc trưng hình học các nút giao thông vòng quanh đảo được khảo sát.

STT	Vị trí nút	Đường kính đảo d (m)	Bề rộng phần xe chạy B (m)	Số nhánh dẫn
1	Ngã ba Cai Lang	12	21	3
2	Nguyễn Văn Linh-Hoàng Diệ	15	24	5
3	Điện Biên Phủ-Trần Cao Vân	25	27	4
4	Nguyễn Hữu Thọ - Nguyễn Tri Phương	30	31	3
5	Nguyễn Hữu Thọ - Duy Tân	55	42	4
6	Nguyễn Hữu Thọ - Đường 30/4	35	38	3
7	Nguyễn Hữu Thọ - Xô Viết Nghệ Tĩnh	35	35,4	3
8	Ngô Quyền-Nguyễn Văn Thoại	30	30	4
9	Ngô Quyền -Nguyễn Công Trứ	40	32	4
10	Phía đông cầu Sông Hàn	60	30	4
11	Ngô Quyền - Nguyễn Phan Vinh	35	31	4
12	Đống Đa - Đường 3/2	15	24	4

* **Tốc độ xe chạy** : Qua kết quả đo đạc và xử lý các số liệu bằng phương pháp xác suất thống kê cho thấy sự chênh lệch về tốc độ giữa các phương tiện khi qua nút không lớn. Tốc độ trung bình của xe thô sơ 10 - 14 Km/h, dòng xe máy 22 - 28 Km/h, dòng xe con 18 - 20 Km/h, dòng xe tải 14 - 18 Km/h. Đây là cơ sở để chọn hệ số quy đổi dòng hỗn hợp về xe con quy đổi theo tài liệu [5].

* **Lưu lượng xe** : Lưu lượng xe qua nút thay đổi theo thời gian và không gian, qua quá trình khảo sát thực nghiệm cho thấy lưu lượng xe khá lớn và tập trung vào các giờ cao điểm buổi chiều, chỉ xảy ra tình trạng tắc xe cục bộ trong thời gian ngắn sau đó dòng xe nhanh chóng trở lại hoạt động bình thường. Các số liệu này được sử dụng để đánh giá trạng thái dòng xe và tính toán các chỉ tiêu khai thác của nút. Kết quả khảo sát các nhánh dẫn vào nút giờ cao điểm cho thấy lưu lượng xe khá lớn, số liệu được tổng kết ở phụ lục số liệu khảo sát.

* **Thành phần dòng xe** : Dòng xe qua nút là dòng hỗn hợp, trong đó chủ yếu là dòng xe máy, chiếm 80 - 90 %, dòng xe thô sơ 2 - 3 %, dòng ô tô 5 - 10 %. Do đó có sự tác động lẫn nhau giữa các phương tiện làm giảm mức độ thuận lợi của dòng xe khi qua nút. Đây là cơ sở để đề

xuất phương pháp tính toán khả năng thông hành, các giải pháp thiết kế và tổ chức giao thông của dòng xe qua nút.

*** Mật độ dòng xe :**

Do thành phần dòng xe chủ yếu là xe máy, đây là phương tiện có tính cơ động rất cao, nhanh chóng chiếm các khoảng trống khi qua nút, mật độ dòng xe được xác định là số xe trên một đơn vị diện tích. Qua kết quả đo đạc tại hiện trường cho thấy mật độ dòng xe trên nhánh dẫn vào nút $25 \div 40xe/50m^2$, trong nút $35 \div 45xe/50m^2$ và ra khỏi nút là $20 \div 30xe/50m^2$. Đây là cơ sở để xác định không gian động của dòng xe phục vụ cho công tác thiết kế hình học của nút được hợp lý.

* **Quãng giữa các xe** : Gồm có quãng về thời gian Δ_t và quãng về không gian Δ_s , trong trường hợp này tác giả xác định Δ_s thông qua quan trắc thực tế trên đường, kết hợp sử dụng camera, máy ảnh, Δ_t được xác định thông qua Δ_s và tốc độ trung bình của dòng xe tại các vị trí khác nhau của nút. Kết quả khảo sát thực nghiệm trước nút $\Delta_s = 2 \div 2,5m$, trong nút $\Delta_s = 0,8 \div 2,0m$ và ngoài nút $\Delta_s = 2 \div 3,5m$. Đây là cơ sở xác định các khoảng thời gian tới hạn, phục vụ cho việc tính toán khả năng thông hành của nút giao thông vòng quanh đảo.

2.3. Tính toán khả năng thông hành (KNTH) và các chỉ tiêu vận doanh khai thác

Để có các khuyến nghị về hiệu quả khai thác của loại hình nút này cần nghiên cứu các chỉ tiêu về thước đo hiệu quả và thước đo này là KNTH, mức phục vụ và thời gia chậm xe d. Trong đó KNTH là chỉ tiêu đóng vai trò quan trọng trong công tác thiết kế nút [7,9].

2.3.1. Khả năng thông hành

KNTH được tính toán dựa trên luật ưu tiên bên tay trái, theo đó khi vào nút tại cửa vào xe phải nhường đường cho các xe chạy bên trong, tìm thời điểm thuận lợi để qua nút. Khi vào phạm vi nút các xe chạy tự điều chỉnh, không nhất thiết phải trộn dòng quanh đảo, như vậy KNTH của nút vòng quanh đảo thực chất là KNTH của nhánh vào nút. Theo quan niệm này thì kích thước đảo trung tâm sẽ nhỏ, tốc độ dòng xe trong nút không lớn, các xe sẽ chạy có trật tự hơn nên hạn chế đáng kể tình trạng tắc nghẽn trong phạm vi nút. Điều này phù hợp với các nút thiết kế mới và thiết kế cải tạo trong các đô thị ở nước ta.

Hiện nay có 2 phương pháp tính KNTH cơ bản, phương pháp lý thuyết (gồm các nghiên cứu của HCM2000 - Mỹ, Troutbeck - Úc, Ning Wu - Đức...) và phương pháp thực nghiệm (gồm các nghiên cứu của Kimber, Wardrop - Anh, nghiên cứu của Pháp, của Jordan...). Phương pháp lý thuyết phù hợp với dòng xe vào nút có mật độ thấp theo phân phối hàm Poission và giữa các xe có các khoảng hở về thời gian và không gian, do đó được áp dụng với dòng xe có tỷ lệ ô tô lớn. Phương pháp thực nghiệm dựa vào số liệu điều tra để tìm mối quan hệ giữa kích thước hình học của nhánh dẫn và KNTH có thể tính toán với dòng thuần ô tô hay dòng hỗn hợp.

Với điều kiện dòng xe trên các tuyến trục chính ở Đà Nẵng, Tác giả sẽ tính toán KNTH theo 2 phương pháp là HCM và Kimber, từ đó sẽ đánh giá được mức phục vụ và thời gian chậm xe trên các nhánh dẫn, làm cơ sở để phân tích, đánh giá và khuyến nghị phạm vi sử dụng loại hình nút này cho phù hợp.

+ KNTH Q_c theo Kimber [10].:

$$Q_e = K \cdot (F - f_c \cdot Q_c) \quad (\text{xe/h})$$

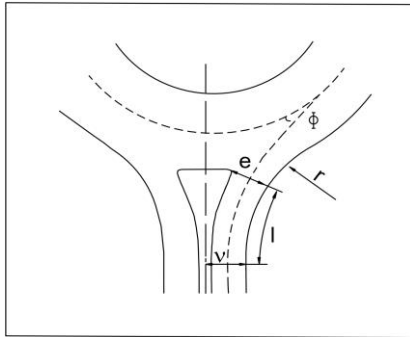
$$K = 1 - 0,00347(\phi - 30) - 0,978\left(\frac{1}{r} - 0,05\right)$$

$$F = 303X_2$$

$$f_c = 0,210t_D(1 + 0,2X_2)$$

$$t_D = 1 + \frac{0,5}{1 + M}; X_2 = v + \frac{e - v}{1 + 2.S}$$

$$M = \exp\left(\frac{D - 60}{10}\right); S = \frac{1,6(e - v)}{l}$$



Hình 2. Các yếu tố cửa vào.

Trong đó :

Q_c : Dòng vào trong diện tích lưu thông, (xcqđ/h)

Q_e : Dòng ở trong diện tích lưu thông xung đột với dòng vào, (xcqđ/h)

Bảng 3.

Trị số các yếu tố cửa vào.

Các đại lượng	Trị quan sát trong thực tế	Trị nên dùng để thiết kế
e : Chiều rộng cửa vào, (m)		
v : Chiều rộng đường dẫn, (m)	3,6 - 16,6	4,0 - 15,0
l : Chiều dài trung bình chỗ mở rộng có hiệu, (m)	1,9 - 12,5	2,0 - 7,3
S : Độ nhọn chỗ mở rộng, (m)	1 - ∞	1 - 100
D : Đường kính vòng tròn nội tiếp, (m)	0 - 2,9	15 - 100
D = D _{đảo} + 2.B, Với D _{đảo} là đường kính đảo và B là bề rộng phần xe chạy trong đảo	13,5 - 171,6	10 - 60 ⁰
φ : Góc vào, (độ)	0 - 77 ⁰	6,0 - 100
r : Bán kính cửa vào, (m)	3,4 - ∞	

+ KNTH theo HCM2000 [9] :

Khả năng thông hành trên một nhánh dẫn của nút vòng quanh đảo C_a được tính theo công thức sau :

$$C_a = \frac{v_c \cdot e^{-v_c t_c / 3600}}{1 - e^{-v_c t_f / 3600}} \quad (\text{xe/h})$$

Trong đó :

v_c : Lưu lượng xe thông qua nút xung đột với dòng vào của nhánh dẫn đang xét, (xe/h)

t_c : Khoảng hở tới hạn, đây là thời gian tối thiểu mà xe có thể vào nút một cách an toàn, (s)

t_f : Khoảng hở bám sát, đây là thời gian tối thiểu để xe nhập vào khoảng hở của những phương tiện đang lưu thông trong nút.

Bảng 4.

Giá trị các khoảng hở.

	Khoảng hở tới hạn t_c , s	Khoảng hở bám sát t_f , s
Giới hạn trên	4,1	2,6
Giới hạn dưới	4,6	3,1

2.3.2. Hệ số mức độ phục vụ Z

Hệ số mức độ phục vụ Z được xác định theo công thức [1]:

$$Z = \frac{N}{P}$$

Với N, P lần lượt là lưu lượng xe trên nhánh dẫn và khả năng thông hành của nút. Để phân loại mức phục vụ của nút thường căn cứ vào 2 cơ sở là thời gian chậm xe và hệ số mức độ phục vụ Z.

Bảng 5.

Mức phục vụ theo giá trị của Z.

Mức phục vụ	Hệ số Z	Mức phục vụ	Hệ số Z
A	$Z \leq 0,2$	D	$0,65 < Z \leq 0,85$
B	$0,2 < Z \leq 0,45$	E	$0,85 < Z \leq 0,95$
C	$0,45 < Z \leq 0,65$	F	$0,95 < Z \leq 1,0$

Bảng 6.

Mức phục vụ theo thời gian chậm xe [9]

Mức phục vụ	Chậm xe d, s	Mức phục vụ	Chậm xe d, s
A	$0 \div 10$	D	$> 25 \div 35$
B	$> 10 \div 15$	E	$> 35 \div 50$
C	$> 15 \div 25$	F	> 50

2.3.3. Thời gian chậm xe d

Chậm xe là thời gian chênh lệch giữa thời gian xe đi chuyển thực tế qua nút so với điều kiện lý tưởng. Chậm xe do 2 nguyên nhân cơ bản là do xếp hàng và do các yếu tố hình học. Chậm xe do xếp hàng là khoảng thời gian lái xe phải xếp hàng và chờ đợi một khoảng chờ cho phép của dòng xe đang chạy bên trong nút ở vị trí đối diện để nhập dòng. Chậm xe do các yếu tố hình học là do lái xe điều chỉnh giảm tốc độ khi qua nút, cũng như các hoạt động tăng, giảm tốc và do xe tìm khoảng chờ thời gian để điều chỉnh tốc độ khi qua nút.

Thời gian chậm xe d được tính theo công thức [10].

$$d = \frac{3600}{c_{m,x}} + 900T \times \left[\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1\right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_{m,x}}\right)\left(\frac{v_x}{c_{m,x}}\right)}{450T}} \right] \text{ (s / xe)}$$

Trong đó :

v_x : Lưu lượng xe trên nhánh dẫn, (xe/h)

$c_{m,x}$: Khả năng thông hành của nhánh dẫn vào nút, (xe/h)

T : Khoảng thời gian phân tích đánh giá, T = 15 phút (T=0,25)

Bảng 7.

Kết quả tính toán KNTH và các chỉ tiêu khai thác của các nút.

STT	Tên nút	HCM	d(s)	Z	Kimber	d(s)	Z
1	Ngã ba Cai Lang	3022	1.49	0.80	2888	1.64	0.84
2	Nguyễn Văn Linh- Hoàng Diệu	3072	1.5	0.82	2942	1.67	0.85
3	Điện Biên Phủ-Trần Cao Vân	3288	1.47	0.85	3481	1.29	0.80
4	Nguyễn Hữu Thọ- Nguyễn Tri Phương	1239	1.09	0.44	2902	1.33	0.52
5	Nguyễn Hữu Thọ- Duy Tân	1716	1.1	0.46	3223	1.19	0.50
6	Nguyễn Hữu Thọ- Đường 30/4	1716	1.09	0.41	3010	1.26	0.47
7	Nguyễn Hữu Thọ- Xô Viết Nghệ Tĩnh	1638	1.09	0.42	3096	1.23	0.48

8	Ngô Quyền- Nguyễn Văn Thoại	2491	1.65	0.70	2314	1.85	0.75
9	Ngô Quyền- Nguyễn Công Trứ	2626	1.51	0.63	2614	1.52	0.63
10	Phía đông cầu Sông Hàn	2743	1.47	0.65	2753	1.46	0.65
11	Ngô Quyền- Nguyễn Phan Vinh	2689	1.42	0.48	2717	1.4	0.47
12	Đống Đa- Đường 3/2	2100	1.82	0.49	1880	2.06	0.55

2.4. Nhận xét

- Kết quả tính cho thấy các nút các nút vòng quanh đảo trên địa bàn thành phố Đà Nẵng chủ yếu ở mức phục vụ C, D, với hệ số mức độ phục vụ Z trong khoảng 0,40 - 0,85. Điều này đánh giá các nút này đang được khai thác khá hiệu quả.

- Qua quá trình quan trắc sự chuyển động của dòng xe cho thấy hầu hết các nút việc lưu thông của dòng xe vào các giờ cao điểm khá thuận lợi. Đối với các nút như Ngã ba Cai Lang, Điện Biên Phủ -Trần Cao Vân, đầu cầu Sông Hàn, Nguyễn Văn Linh - Hoàng Diệu, Ngô Quyền - Nguyễn Văn Thoại ... dòng xe qua nút thỉnh thoảng bị tắc cục bộ, tuy nhiên chỉ xảy ra trong khoản thời gian ngắn sau đó trở lại hoạt động bình thường. Các nút trên đường Nguyễn Hữu Thọ, cuối đường Ngô Quyền có kích thước đảo khá lớn, phần xe chạy trong nút rộng nên hành trình dòng xe đi thẳng và rẽ trái qua nút bị kéo dài, cũng như gây mất tập trung cho lái xe, ảnh hưởng đến vấn đề an toàn giao thông.

- Thời gian chậm xe d theo các kết quả tính toán khá nhỏ, điều này phản ánh đúng với thực trạng các nút đang khai thác trên địa bàn thành phố. Khả năng thông hành các nút khá lớn, dòng xe chủ yếu là xe máy nên tính cơ động cao nên giảm đáng kể tổn thất thời gian qua nút. Do vậy với đặc điểm dòng xe chủ yếu là xe máy Đà Nẵng thì phạm vi sử dụng nên dựa trên cơ sở hệ số mức độ phục vụ Z.

- Theo nghiên cứu của các tác giả trong nước đối với giao thông đô thị thì mức phục vụ khai thác hiệu quả là mức D và E, tức là hệ số mức độ phục vụ trong khoảng $0,65 \leq Z \leq 0,95$.

2.5. Khuyến nghị

Tổng hợp kết quả khảo sát, tính toán các đặc trưng cơ bản của nút vòng quanh đảo, các khuyến cáo của các tác giả trong và ngoài

nước, chúng tôi khuyến nghị với nút giao thông vòng quanh đảo như sau: Mức phục vụ của nút nên dùng mức D, tức là hệ số mức độ phục vụ trong khoảng $0,65 \leq Z \leq 0,85$. Các nút trên các tuyến trục chính trong nội thành nên sử dụng các giá trị Z ở mức cận trên, các nút ngoại thành nên sử dụng các giá trị cận dưới. Số nhánh dẫn vào nút từ 3 đến 6 nhánh, không nên thiết kế số nhánh dẫn lớn để hạn chế lượng xe qua nút nhiều vào các giờ cao điểm cũng như giảm diện tích đất để xây dựng.

Bảng 8.

Các giải pháp tổ chức giao thông trên nút.

Hệ số Z	Giải pháp
$Z < 0,65$	- Nút đơn giản có mở rộng. - Nút kênh hóa.
$0,65 \leq Z \leq 0,85$	-Nút khai thác hiệu quả, đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật và kinh tế.
$Z > 0,85$	-Phân luồng giao thông, hạn chế lượng xe vào nút vào các giờ cao điểm. -Nút điều khiển bằng tín hiệu đèn; kết hợp nút vòng quanh đảo và điều khiển bằng tín hiệu đèn; nút khác mức.

Khi tính toán KNTH theo R.M Kimber, ngoài phục vụ đánh giá các chỉ tiêu khai thác thì có thể sử dụng phương pháp tính này cho công tác thiết kế bằng cách thực hiện bài toán ngược. Từ số liệu lưu lượng xe qua nút và các thông số nút hiện trạng, thực hiện phép tính ngược sẽ xác định được đường kính vòng tròn nội tiếp D, sau đó sẽ xác định các kích thước hợp lý như đường kính đảo trung tâm và bề rộng phần xe chạy trong nút. Ví dụ 1 số nút đang khai thác với lưu lượng xe và hệ số mức phục vụ theo bảng 7.

Bảng 9.

Tính toán kích thước đảo tối ưu.

STT	Tên nút	Thông số hiện trạng			Thông số hiệu quả		
		D _{hiện tại}	Đ _{đảo}	B _{phần xe chạy}	D _{hợp lý}	Đ _{đảo}	B _{phần xe chạy}
1	Ngã ba Cai Lang	33	12	21	39	18	21
2	Nguyễn Văn Linh-Hoàng Diệu	39	15	24	41	17	24
3	Điện Biên Phủ-Trần Cao Vân	52	25	27	66	39	27

3. Kết luận

Qua các kết quả khảo sát và tính toán, bài báo đã xác định các đặc trưng cơ bản của nút vòng quanh đảo trên các tuyến trục chính ở thành phố

Đà Nẵng. Đây là những cơ sở cần thiết để đánh giá hiệu quả khai thác của loại hình nút này. Đồng thời thông qua hệ số mức độ phục vụ, bài báo khuyến nghị mức độ phục vụ, cũng như các kích thước như đường kính đảo, bề rộng phần xe chạy quanh đảo tương ứng lưu lượng xe qua nút vào các giờ cao điểm trên địa bàn thành phố.

Lời cảm ơn.

Bài báo này được tài trợ bởi Trường Đại học Bách khoa-ĐHĐN với đề tài có mã số: T2021-02-12

Tài liệu tham khảo

- [1]. Đỗ Bá Chương, Nguyễn Quang Đạo, *Nút giao thông trên đường ô tô*, Nhà xuất bản giáo dục, 2000.
- [2]. Đỗ Bá Chương, *Kỹ thuật giao thông*, Trường Đại học Xây dựng, 1996.
- [3]. Bộ xây dựng, *Quy phạm thiết kế kỹ thuật đường phố*, đường, quảng trường đô thị 22TCN 104-07.
- [4]. Bộ giao thông vận tải, *Tiêu chuẩn thiết kế đường ô tô* TCN 273-01.
- [5]. Bộ khoa học công nghệ & môi trường, *Đường ô tô – Yêu cầu thiết kế* TCVN 4054-85, TCVN 4054-98, TCVN 4054-05.
- [6]. Nguyễn Xuân Trục – Nguyễn Quang Đạo, *Sổ tay thiết kế đường ô tô tập 3*, Nhà xuất bản Xây dựng, 2003.
- [7]. Phan Cao Thọ, *Nghiên cứu về khả năng thông hành và vấn đề sử dụng nút giao thông điều khiển bằng tín hiệu đèn trong các đô thị Việt Nam*, Luận án Tiến sĩ, mã số 2.15.08,2004.
- [8]. Phan Cao Thọ, Nguyễn Phước Quý Duy, *Báo cáo hội thảo khoa học Việt- Đức*, Đà Nẵng, 2006.
- [9]. Transportation Research Board – national Research Council, *Highway capacity manual 2000*, Washington DC.
- [10]. [Roundabouts :an imformational guide, US. Department of Transportation.
- [11]. [Austroad, Guide to : *Traffic Engineering Practice*, Part 6 – Roundabouts.
- [12]. [American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), a policy on goemetric design of highway and streets, 1990.