

## Determination of safe operating speed of cars running on circular curves in Vietnam conditons

Nguyen Van Chinh\*

\*University of Transport and Communications

### Article info

#### Type of article:

Original research paper

#### \*Corresponding author:

E-mail address:

[chinhnv@utc.edu.vn](mailto:chinhnv@utc.edu.vn)

#### Received:

14/04/2022

#### Accepted:

18/05/2022

#### Published:

26/05/2022

**Abstract:** One of the most important goals in road construction is to provide safe driving at high speeds in order to reduce trip time and increase investment efficiency. However, when a car run on a circular curve, it will be affected by centrifugal force, causing the vehicle to be in danger of overturning and sliding on the road surface, causing traffic insecurity. Therefore, it is necessary to study and determine the operating speed when cars run on a circular curve to ensure traffic safety. Based on analyzing the relationship between the speed and radius of the circular curve to the stability condition of the car, the article has researched and recommended the operating speed to ensure safety when cars run on circular curves with minimum radius and normal radius. The research results of the article are the basis for the management agency to determine the reasonable operating speed of the route.

**Keywords:** Motorway, operating speed, traffic safety.

## Xác định vận tốc khai thác đảm bảo an toàn khi xe ô tô chạy trên đường cong tròn trong điều kiện Việt Nam

Nguyễn Văn Chính\*

\*Trường Đại học Công nghệ GTVT

**Thông tin bài viết**  
**Dạng bài viết:**  
Bài báo nghiên cứu

**\*Tác giả liên hệ:**  
Địa chỉ E-mail:  
[chinhnv@utc.edu.vn](mailto:chinhnv@utc.edu.vn)

**Ngày nộp bài:**  
14/04/2022  
**Ngày chấp nhận:**  
18/05/2022  
**Ngày đăng bài:**  
26/05/2022

**Tóm tắt:** Mục tiêu quan trọng khi đầu tư xây dựng tuyến đường là xe chạy an toàn với vận tốc cao để rút ngắn thời gian vận chuyển, nâng cao hiệu quả đầu tư. Tuy nhiên khi xe ô tô chạy trong đường cong nằm dạng tròn sẽ chịu ảnh hưởng của lực ly tâm khiến xe có nguy cơ bị lật, trượt trên mặt đường gây mất an toàn giao thông. Do vậy cần phải nghiên cứu, xác định vận tốc khai thác khi xe ô tô chạy trong đường cong nằm dạng tròn đảm bảo an toàn giao thông. Trên cơ sở phân tích mối quan hệ giữa vận tốc và bán kính đường cong nằm dạng tròn đến điều kiện ổn định của xe ô tô, bài báo đã nghiên cứu và kiến nghị vận tốc khai thác đảm bảo an toàn khi xe ô tô chạy trong đường cong nằm dạng tròn với bán kính đường cong nằm tối thiểu giới hạn và bán kính đường cong nằm tối thiểu thông thường. Kết quả nghiên cứu của bài báo là cơ sở để cơ quan quản lý xác định vận tốc khai thác hợp lý của tuyến đường.

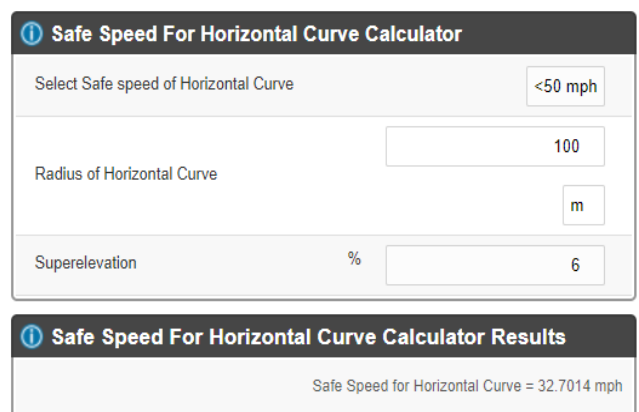
**Từ khóa:** Đường ô tô; vận tốc khai thác; an toàn giao thông.

### 1. Giới thiệu

Ở Việt Nam, vận tốc thiết kế được dùng để tính toán các chỉ tiêu kỹ thuật chủ yếu của tuyến đường trong trường hợp khó khăn ([1], [2], [3], [4], [5]). Do vậy trong điều kiện bình thường xe được phép chạy với vận tốc lớn hơn vận tốc thiết kế. Người tham gia thông thường có xu hướng chạy với vận tốc cao để tiết kiệm thời gian và chi phí vận chuyển. Tuy nhiên khi xe chạy với vận tốc lớn trong đường cong nằm dạng tròn có nguy cơ mất an toàn do tác dụng của lực ly tâm làm cho xe có thể bị lật, trượt. Do vậy cần nghiên cứu xác định vận tốc khai thác phù hợp đảm bảo điều kiện chống lật, chống trượt của xe trong đường cong nằm dạng tròn.

a) Nghiên cứu, xác định vận tốc khai thác của xe ô tô trong đường cong nằm dạng tròn ở nước ngoài

Nghiên cứu ổn định và an toàn của xe ô tô trong đường cong nằm dạng tròn là những vấn đề cơ bản trong xây dựng đường ô tô ở nước ngoài. Sử dụng công cụ tìm kiếm google với từ khóa “safe speed for horizontal curve” sẽ nhận được 31.300.000 kết quả trong 0,58 giây.



**Hình 1.** Giao diện xác định vận tốc khai thác của xe ô tô trong đường cong nằm dạng tròn

Các kết quả nghiên cứu ở nước ngoài thường tiến hành dựa trên mối quan hệ giữa vận tốc và bán kính đường cong nằm dạng tròn với điều kiện ổn định của xe ô tô để thiết lập công thức liên hệ giữa vận tốc khai thác với bán kính đường cong nằm dạng tròn ([7], [8], [9], [10], [11]). Thậm chí đã cung cấp công cụ trực tuyến giúp cho các kỹ sư nhanh chóng xác định vận tốc khai thác của xe ô tô trong đường cong nằm dạng tròn (Hình 1).

Trong Hình 1, sau khi nhập bán kính đường

cong nằm dạng tròn (Radius of Horizontal Curve), độ dốc siêu cao (Superelevation) sẽ nhận được kết quả là vận tốc đảm bảo an toàn cho xe trong đường cong nằm dạng tròn (Safe Speed for Horizontal Curve).

Ví dụ: Với độ dốc siêu cao 6%, bán kính đường cong nằm dạng tròn là 100m thì vận tốc khai thác là 32,7014 mph.

b) Nghiên cứu, xác định vận tốc xe ô tô trong đường cong nằm dạng tròn ở Việt Nam

**Bảng 1.** Quy định bán kính đường cong nằm tối thiểu theo vận tốc thiết kế trong tiêu chuẩn thiết kế đường ô tô TCVN 4054- 2005

Cấp đường	I	II	III	IV	V	VI
Tốc độ thiết kế, km/h	120	100	80 (60)	60 (40)	40 (30)	30 (20)
Bán kính đường cong nằm (m)						
- tối thiểu giới hạn	650	400	250 (125)	125 (60)	60 (30)	30 (15)
- tối thiểu thông thường	1000	700	400 (250)	250 (125)	125 (60)	60 (50)
- tối thiểu không siêu cao	5500	4000	2500 (1500)	1500 (600)	600 (350)	350 (250)

**Bảng 2.** Tốc độ tối đa cho phép xe cơ giới tham gia giao thông (trừ đường cao tốc)

Loại xe cơ giới đường bộ	Tốc độ tối đa (km/h)	
	Đường đôi; đường một chiều có từ hai làn xe cơ giới trở lên	Đường hai chiều; đường một chiều có một làn xe cơ giới
<b>I. Trong khu đông dân cư</b>		
Các phương tiện xe cơ giới, trừ các xe được quy định tại Điều 8 Thông tư này	60	50
<b>II. Ngoài khu đông dân cư</b>		
Xe ô tô con, xe ô tô chở người đến 30 chỗ (trừ xe buýt); ô tô có trọng tải nhỏ hơn hoặc bằng 3,5 tấn.	90	80
Xe ô tô trừ người trên 30 chỗ (trừ xe buýt); ô tô có trọng tải trên 3,5 tấn (trừ ô tô xi téc)	80	70
Ô tô buýt; ô tô đầu kéo sơ mi rơ moóc; xe mô tô; ô tô chuyên dùng (trừ ô tô trộn vữa, ô tô trộn bê tông)	70	60
Ô tô kéo rơ moóc, ô tô kéo xe khác, ô tô trộn vữa, ô tô trộn bê tông, ô tô xi téc	60	50

Mối quan hệ giữa bán kính đường cong nằm dạng tròn và vận tốc xe ô tô thể hiện trong giáo trình thiết kế yếu tố hình học đường ô tô ([1]) với công thức như sau:

$$R = \frac{v^2}{g \cdot (\mu \pm i_n)} \quad (1)$$

Trong đó:

v : Vận tốc của xe ô tô (m/s)

g : Gia tốc trọng trường (m/s<sup>2</sup>)

i<sub>n</sub> : Độ dốc ngang mặt đường (%)

μ : Hệ số lực ngang

Trong các tiêu chuẩn thiết kế đường ô tô, mối quan hệ giữa bán kính đường cong nằm dạng tròn với vận tốc thiết kế thông qua quy định bán kính đường cong nằm tối thiểu theo cấp đường và vận tốc thiết kế ([2], [3], [4], [5]). Ví dụ quy định về bán kính đường cong nằm tối thiểu theo vận tốc thiết kế trong tiêu chuẩn thiết kế đường ô tô TCVN 4054- 2005 (Bảng 1).

(Ghi chú: Trị số trong Bảng 1 quy định đối với địa hình đồng bằng và núi, trị số trong ngoặc đơn áp dụng đối với địa hình núi).

Quy định trong Bảng 1 được sử dụng để xác định bán kính đường cong nằm dạng tròn phù hợp với cấp đường. Mặt khác vận tốc thiết kế thường được hiểu là vận tốc tối thiểu nên thường không sử dụng để xác định vận tốc khai thác của tuyến đường.

Bộ Giao thông vận tải ban hành Thông tư số 31/2019/TT-BGTVT ngày 29/8/2019 quy định về tốc độ tối đa cho phép của xe cơ giới trên đường ô tô (Bảng 2).

Vận tốc quy định trong Bảng 2 áp dụng cho toàn tuyến đường (không phân biệt đường thẳng và đường cong nằm dạng tròn).

Nhận xét: Phân tích trên cho thấy, mặc dù mối quan hệ giữa bán kính đường cong nằm dạng tròn và vận tốc của xe ô tô đã nêu trong giáo trình và tiêu chuẩn thiết kế đường ô tô. Bộ giao thông vận tải cũng đã ban hành thông tư quy định về vận tốc khai thác của tuyến đường. Tuy nhiên chưa có quy định cụ thể về vận tốc khai thác của xe ô tô

trong đường cong nằm dạng tròn.

Xuất phát từ thực tế ở Việt Nam, bài báo "Xác định vận tốc khai thác đảm bảo an toàn khi xe ô tô chạy trong đường cong nằm dạng tròn trong điều kiện Việt Nam" nhằm tính toán, đề xuất vận tốc khai thác đảm bảo điều kiện ổn định (chống lật và chống trượt) với bán kính đường cong nằm tối thiểu giới hạn và bán kính đường cong nằm tối thiểu thông thường (không xét với bán kính lớn do lực ly tâm nhỏ nên ít ảnh hưởng).

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Phân tích điều kiện đảm bảo ổn định của xe ô tô trong đường cong nằm dạng tròn

a) Các lực tác dụng khi xe chuyển động trong đường cong nằm dạng tròn

Các lực tác dụng lên xe ô tô trong đường cong nằm dạng tròn đã được phân tích trong giáo trình thiết kế yếu tố hình học đường ô tô ([1]) và thể hiện trong Hình 2.

Các lực tác dụng lên xe gồm :

G: Trọng lượng bản thân của xe (đóng vai trò lực giữ ổn định của xe ô tô)

C: Lực ly tâm

Y: Các thành phần lực được chiếu lên phương song song với mặt đường (đóng vai trò lực gây lật, trượt).

$$Y = C \cdot \cos\alpha \pm G \cdot \sin\alpha \quad (2)$$

(Dấu "+" trong trường hợp mặt đường 2 mái, dấu "-" trong trường hợp có siêu cao).

b) Điều kiện đảm bảo ổn định của xe ô tô trong đường cong nằm dạng tròn

Xe ô tô đảm bảo ổn định trong đường cong nằm dạng tròn khi lực giữ (G) phải lớn hơn lực gây lật, trượt (Y)

Hệ số lực ngang đặc trưng tác dụng trên một đơn vị trọng lượng của xe) xác định theo công thức:

$$\mu = \frac{Y}{G} \quad (3)$$

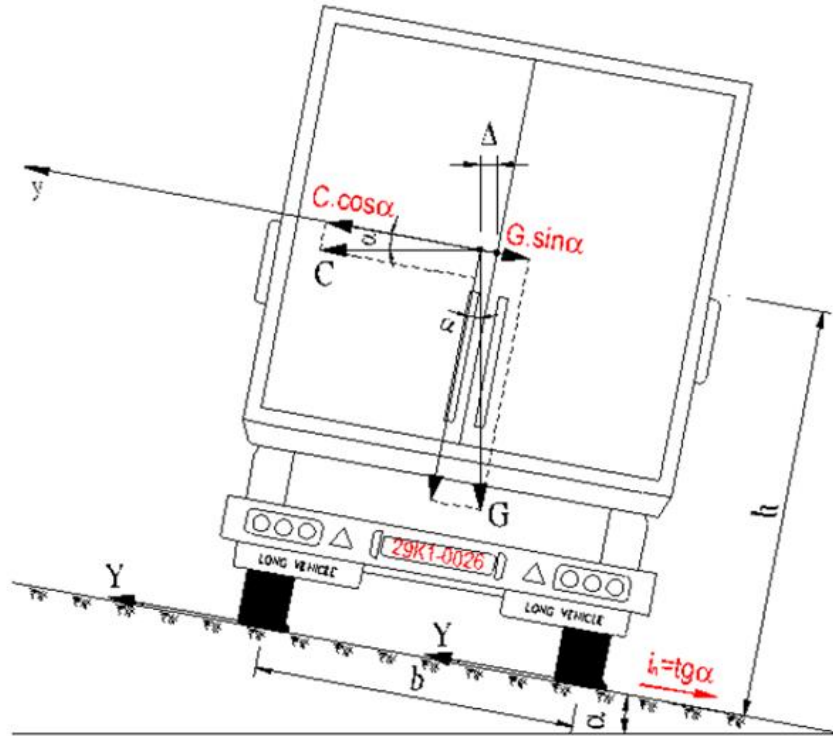
Công thức (3) cho thấy hệ số lực ngang càng lớn thì nguy cơ xe mất mát ổn định càng cao. Để đảm bảo an toàn cho xe thì cần hạn chế giá trị hệ số lực ngang ở mức độ phù hợp, trong giáo trình

thiết kế yếu tố hình học đường ô tô ([1]) đã nêu giá trị của hệ số lực ngang đảm bảo ổn định của xe ô tô trong đường cong nằm dạng tròn như sau :

- Đảm bảo điều kiện chống lật :  $\mu \leq 0,6$
- Đảm bảo điều kiện chống trượt với mặt

đường khô ráo:  $\mu \leq 0,36$

- Đảm bảo điều kiện chống trượt với mặt đường ẩm, sạch :  $\mu \leq 0,24$
- Đảm bảo điều kiện chống trượt với mặt đường ẩm, có bùn:  $\mu \leq 0,12$



Hình 2. Các lực tác dụng khi xe chạy trong đường cong nằm dạng tròn

**2.2. Xác định vận tốc khai thác đảm bảo an toàn khi xe chuyển động trong đường cong nằm dạng tròn.**

a) Mối quan hệ giữa hệ số lực ngang với bán kính và vận tốc khai thác

Biến đổi công thức (1) và thay độ dốc ngang bởi độ dốc siêu cao ( $i_{sc}$ ) ta được:

$$\mu = \frac{v^2}{g.R} - i_{sc} \tag{4}$$

Trong công thức (4), thay vận tốc từ đơn vị (m/s) bằng đơn vị (km/h) ta được :

$$\mu = \frac{V^2}{127.R} - i_{sc} \tag{5}$$

Phân tích công thức (4) và (5) cho thấy hệ số lực ngang tỷ lệ thuận với bình phương vận tốc thiết kế và tỷ lệ nghịch với bán kính đường cong nằm dạng tròn. Do vậy để giảm hệ số lực ngang thì cần giảm vận tốc hoặc tăng bán kính đường cong nằm

dạng tròn. Tuy nhiên nếu tăng bán kính đường cong nằm dạng tròn sẽ khó thực hiện do bị khống chế điều kiện địa hình và chi phí đầu tư, nếu giảm vận tốc thì phải tính toán để xác định vận tốc khai thác phù hợp tránh xác định vận tốc thấp làm tăng chi phí vận tải và giảm hiệu quả đầu tư.

b) Xác định vận tốc khai thác đảm bảo an toàn khi xe chuyển động trong đường cong nằm dạng tròn

Trong công thức (5), với đường cong cụ thể (biết bán kính và độ dốc siêu cao), căn cứ giới hạn giá trị lực ngang đảm bảo chống lật và chống trượt thì sẽ xác định được vận tốc khai thác của xe trong đường cong nằm dạng tròn.

Thể hiện công thức (5) theo dạng đồ thị (Hình 3), khi đó vận tốc khai thác là giao điểm giữa đường quan hệ ( $\mu - v$ ) với giá trị lực ngang đảm bảo điều kiện chống lật, chống trượt.

Từ biểu đồ Hình 3, áp dụng xác định vận tốc khai thác của xe trong đường cong nằm dạng tròn

với bán kính đường cong nằm tối thiểu giới hạn ( $R_{min}$ ) và bán kính đường cong nằm tối thiểu thông thường ( $R_{tt}$ ), độ dốc siêu cao tương ứng với cấp đường từ IV đến I trong tiêu chuẩn thiết kế đường ô tô ([2]). Kết quả thể hiện trong Hình 4.

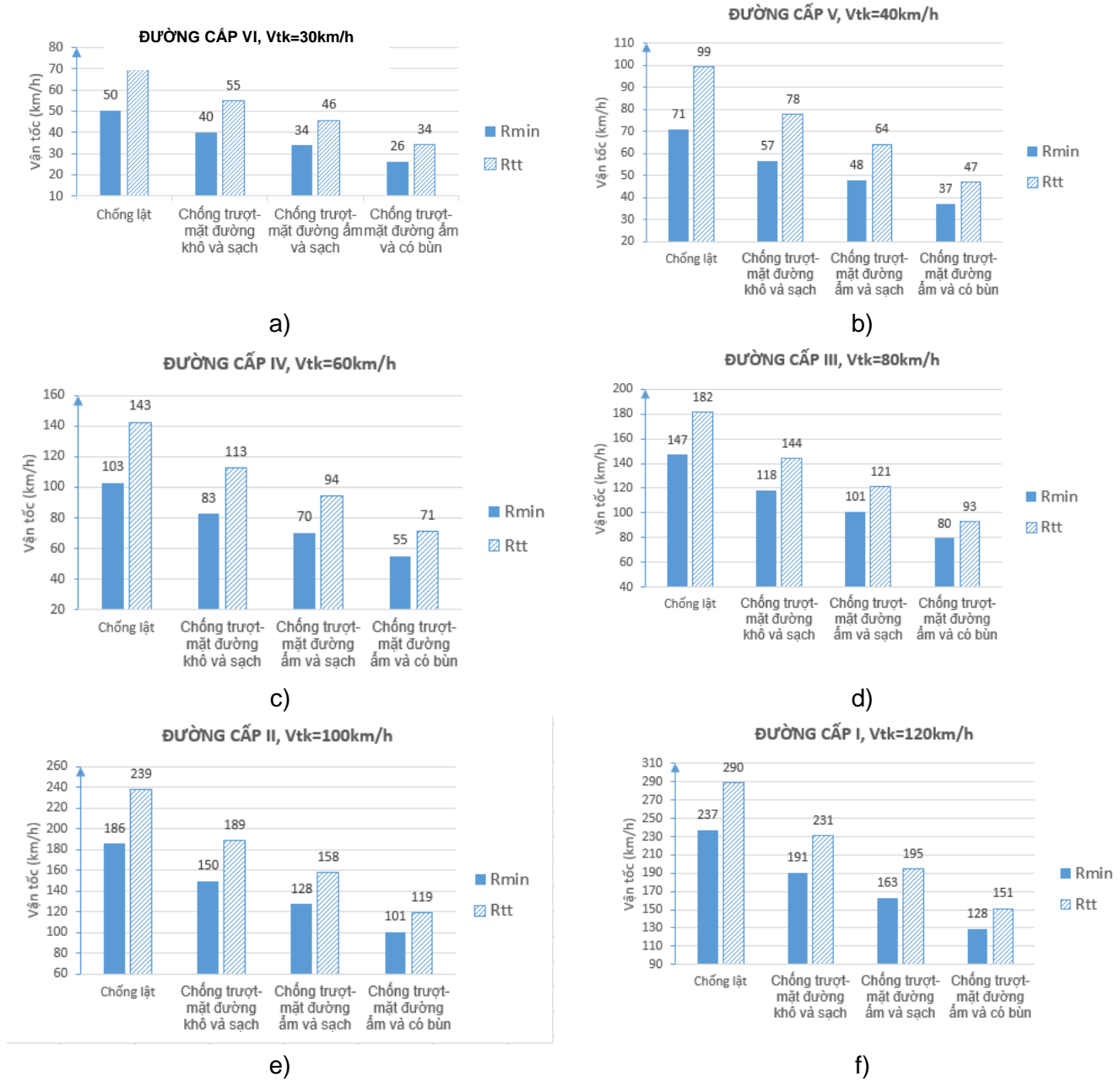
Nhận xét: Kết quả trong Hình 4 cho thấy:

- Các tuyến đường cấp VI, V, IV: Với bán kính  $R_{min}$  thì dù vận tốc khai thác bằng vận tốc thiết kế cũng chưa đảm bảo yêu cầu chống trượt.
- Với các tuyến đường từ cấp III đến cấp I: Khi vận tốc khai thác bằng vận tốc thiết kế đã đảm

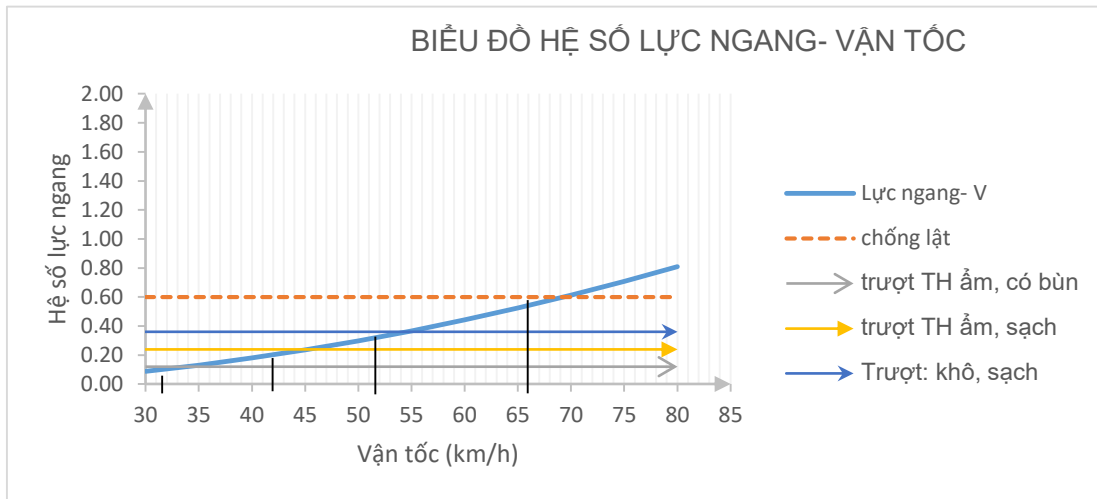
bảo các điều kiện chống lật và chống trượt. Nếu vận tốc khai thác lớn hơn vận tốc thiết kế thì xuất hiện nguy cơ xe bị trượt.

- Điều kiện chống trượt chịu ảnh hưởng của tình trạng mặt đường. Do vậy cần khuyến cáo vận tốc khai thác của xe trong đường cong căn cứ vào điều kiện thực tế của mặt đường.

- Với kết quả trong Hình 4 là cơ sở để cơ quan quản lý giao thông cấm biển giới hạn tốc độ đảm bảo ổn định của xe ô tô trong đường cong nằm dạng tròn.



Hình 4. Kết quả xác định vận tốc khai thác đảm bảo điều kiện chống trượt và chống lật cho xe ô tô trong đường cong nằm dạng tròn



Hình 3. Xác định vận tốc trong đường cong dạng tròn đảm bảo điều kiện chống lật, chống trượt

Bảng 3. Tổng hợp kết quả đánh giá quy định vận tốc khai thác với yêu cầu an toàn của xe ô tô trong đường cong nằm dạng tròn

Cấp đường	Bán kính	Vận tốc cho phép theo quy định	
		50 (km/h)	80 (km/h)
VI	$R_{min}$	Chỉ đảm bảo chống lật, không đảm bảo chống trượt	Không đảm bảo chống lật, chống trượt
	$R_{tt}$	Đảm bảo chống trượt với mặt đường khô, sạch	
V	$R_{min}$	Chỉ đảm bảo chống trượt với mặt đường khô, sạch	Không đảm bảo chống lật, chống trượt
	$R_{tt}$	Chỉ đảm bảo chống trượt với mặt đường ẩm, sạch	Chỉ đảm bảo chống lật, không đảm bảo chống trượt
IV	$R_{min}$	Đảm bảo chống lật, chống trượt	Chỉ đảm bảo chống trượt với mặt đường khô, sạch.
	$R_{tt}$	Đảm bảo chống lật, chống trượt	Chỉ đảm bảo chống trượt với mặt đường ẩm, sạch
III	$R_{min}$	Đảm bảo chống lật, chống trượt	Đảm bảo chống lật, chống trượt
	$R_{tt}$	Đảm bảo chống lật, chống trượt	Đảm bảo chống lật, chống trượt
II	$R_{min}$	Đảm bảo chống lật, chống trượt	Đảm bảo chống lật, chống trượt
	$R_{tt}$	Đảm bảo chống lật, chống trượt	Đảm bảo chống lật, chống trượt
I	$R_{min}$	Đảm bảo chống lật, chống trượt	Đảm bảo chống lật, chống trượt
	$R_{tt}$	Đảm bảo chống lật, chống trượt	Đảm bảo chống lật, chống trượt

2.3. Đánh giá quy định vận tốc khai thác hiện nay trên đường ô tô

Vận tốc tối đa cho xe ô tô con trường hợp trong và ngoài khu dân cư theo quy định tại thông

tư số 31/2019/TT-BGTVT ngày 29/8/2019 của Bộ giao thông vận tải ([6]) cho đường có 01 làn xe là 50km/h với đường trong khu dân cư và 80km/h với đường ngoài khu dân cư.

Từ kết quả xác định vận tốc khai thác đảm bảo yêu cầu chống lật và chống trượt trong đường cong nằm dạng tròn trong Hình 4, so sánh với quy định hiện hành vận tốc tối đa trong và ngoài khu dân cư để đánh giá điều kiện ổn định của xe trong đường cong nằm dạng tròn. Kết quả được tổng hợp trong Bảng 3.

Nhận xét: Kết quả trong Bảng 3 cho thấy quy định vận tốc khai thác trong khu dân cư là 50km/h, ngoài khu dân cư là 80km/h cho đường có 01 làn xe theo thông tư số 31/2019/TT-BGTVT ngày 29/8/2019 của Bộ GTVT chưa thực sự phù hợp. Cụ thể:

- Đối với các tuyến đường từ cấp VI đến cấp IV chưa đảm bảo yêu cầu chống lật, chống trượt.

- Cấp đường càng thấp thì nguy cơ mất ổn định trong đường cong nằm dạng tròn càng cao. Do vậy cần xem xét quy định về vận tốc khai thác với các tuyến đường cấp thấp, đường giao thông nông thôn.

### 3. Kết luận

- Kết quả nghiên cứu của bài báo đã xác định vận tốc khai thác trong đường cong đáp ứng yêu cầu chống lật và chống trượt cho các tuyến đường từ cấp VI đến cấp I. Đây là cơ sở để quy định vận tốc khai thác trong thực tế.

- Quy định về vận tốc khai thác theo thông tư số 31/2019/TT-BGTVT ngày 29/8/2019 của Bộ GTVT chưa đảm bảo yêu cầu ổn định của xe ô tô trong đường cong nằm dạng tròn với các tuyến đường từ cấp VI đến cấp IV. Do vậy cần phải xem xét, điều chỉnh.

- Đối tượng nghiên cứu và kết quả trong bài báo là xe ô tô con nên chưa đại diện hết chủng loại xe tham gia giao thông trên đường. Vì vậy cần tiếp tục nghiên cứu với các loại xe khác.

### Tài liệu tham khảo

[1] X.C. Bùi, Q.P. Nguyễn. (2006). Thiết kế yếu tố hình học đường ô tô, Nhà xuất bản giao thông vận tải.

[2] Bộ giao thông vận tải. (2005). TCVN 4054-2005, Đường ô tô- yêu cầu thiết kế.

[3] Bộ giao thông vận tải. (2014). TCVN 10380:2014, Đường giao thông nông thôn- Yêu cầu thiết kế.

[4] Bộ giao thông vận tải. (2007). TCXDVN 104-2007, Đường ô tô thị- Yêu cầu thiết kế.

[5] Bộ giao thông vận tải. (2012). TCVN 5729-2012, Đường ô tô cao tốc- Yêu cầu thiết kế.

[6] Bộ giao thông vận tải (2019), Thông tư số 31/2019/TT-BGTVT ngày 29/8/2019 quy định về tốc độ và khoảng cách an toàn của xe cơ giới, xe chuyên dùng tham gia giao thông đường bộ

[7] <https://www.easycalculation.com/engineering/civil/safe-speed.php>

[8] <https://www.state.nj.us/transportation/eng/tools/CalculatorESafeSpeedGreaterThan50.shtm>

[9] <https://engineering.icalculator.info/safe-speed-for-horizontal-curve-calculator.html>

[10] <https://www.calculatoratoz.com/en/design-speed-of-highway-calculator/Calc-16523>

[11] <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Mechanics/carbank.html>