

+ Đối với các lớp móng gia cố chất liên kết vô cơ, thời hạn thiết kế được lấy bằng thời hạn thiết kế của tầng mặt đặt trên nó.

## 3.2.5 ÁO ĐƯỜNG CỨNG

### 1. ĐẶC ĐIỂM VỀ KẾT CẤU CỦA ÁO ĐƯỜNG CỨNG

#### 1.1 Khái niệm :

Áo đường cứng : là kết cấu có độ cứng rất lớn, khả năng chống biến dạng ( môđun đàn hồi) cao hơn hẳn so với nền đất và đặc biệt có khả năng chịu uốn lớn, do đó làm việc theo nguyên lý tấm trên nền đàn hồi, diện phân bố áp lực của tải trọng xe chạy trên nền đất rộng

Kết cấu ADC về mặt cấu tạo khác với KCAD mềm ở chỗ một trong các lớp kết cấu của nó bằng bê tông xi măng có cường độ cao, có thể là lớp mặt hoặc lớp móng

#### 1.2 Phân loại :

- Phân loại theo cấu tạo :
  - + Bê tông thường ( Cement Concrete - CC)
  - + Bê tông cốt thép ( Jointet Reinforced Concrete Pavement – JRCP)
  - + Bê tông cốt thép liên tục ( Continuously Reinforced Concrete Pavement- CRCP)
  - + Bê tông cốt thép sợi ( Fiber – Reinforced Concrete Pavement – FRCP)
  - + Bê tông tụ chặt ( Roller Cmpacted Concrete Pavement – RCCP)
  - + Bê tông cốt thép ứng suất trước (Prestressed Reinforced Concrete Pavement )
- Theo phương pháp thi công :
  - + Lắp ghép
  - + Đổ tại chỗ
- Theo kích thước tấm :
  - + Tấm liên tục
  - + Tấm có kích thước hữu hạn LxBxh

#### 1.3 Các đặc điểm của áo đường cứng

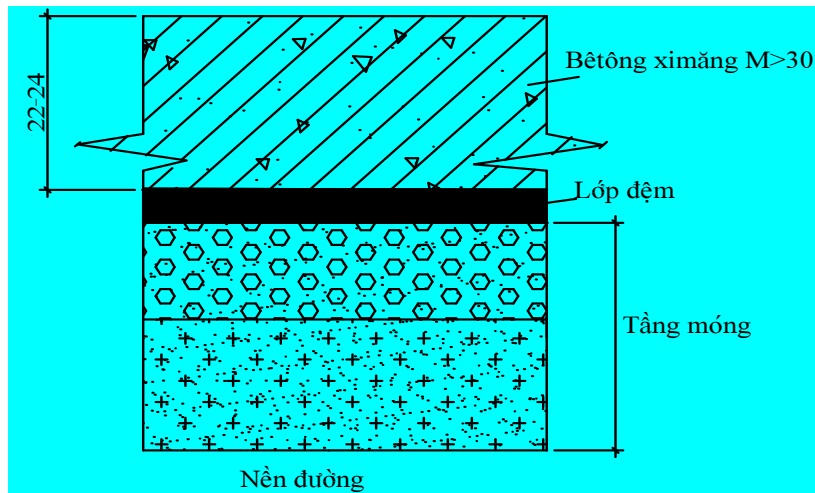
- Có độ cứng lớn nên chủ yếu là chịu uốn, vì vậy chiều dày của tấm được xác định theo điều kiện chịu uốn

- Bị biến dạng ( dãn ra hoặc co lại và uốn vòng) khi nhiệt độ của tấm thay đổi, với tấm bê tông đổ tại chỗ còn chịu ảnh hưởng của hiện tượng co ngót. Vì vậy để giảm ứng suất do

sự thay đổi nhiệt độ gây ra, cần phải có các giải pháp cấu tạo để tạo điều kiện cho tấm co giãn dễ dàng, cụ thể:

- + Phải chia mặt đường cứng thành các tấm có chiều dài và chiều rộng thích hợp
- + Phải có cấu tạo lớp đệm ( lớp ma sát ) ở đáy tấm
- Chịu mài mòn của bánh xe ô tô nên yêu cầu mác bê tông  $M \geq 30$  (Mpa)
- Để các tấm cùng làm việc với nhau giữa các tấm phải đặt các thanh truyền lực được bố trí ở các khe dọc, dẫn và khe co
- Do tấm bê tông có độ cứng lớn nên áp lực truyền lên các lớp móng và nền đất nhỏ hơn so với KCAĐ mềm, nên giá trị môđun đàn hồi của nền đất và các vật liệu đều tăng lên nhiều lần so với khi tính toán áo đường mềm
- Các tấm áo đường được phân chia theo độ cứng thể hiện ở độ mềm S ( dùng cho tính toán mặt đường BTXM lắp ghép)

**1.4 Cấu tạo**



*Hình 3.25 : Cấu tạo mặt đường Bê tông xi măng*

**1.4.1 Tấm bê tông xi măng :**

+ Chiều dày :

*Bảng 3.14 : Chiều dày tối thiểu của tấm BTXM*

TT	Trực tính toán (daN)	Chiều dày tối thiểu (cm)
1	9 500	18
2	10 000	22
3	12 000	24

+ Cường độ của bê tông mặt đường :

*Bảng 3.15 : Cường độ của bê tông mặt đường*

TT	Cấp đường	Cường độ chịu uốn giới hạn tối thiểu (daN/cm <sup>2</sup> )	Cường độ chịu nén giới hạn tối thiểu (daN/cm <sup>2</sup> )	Mô đun đàn hồi (daN/cm <sup>2</sup> )
1	Cấp I, II	45	350	33x10 <sup>4</sup>
2	Cấp III, IV, V	40	300	3.15x10 <sup>4</sup>

+ Cường độ của bê tông móng đường :

Cường độ chịu uốn giới hạn tối thiểu 25 (daN/cm<sup>2</sup>),

Cường độ chịu nén giới hạn tối thiểu 170(daN/cm<sup>2</sup>)

+ Tác dụng : Bộ phận chịu lực chủ yếu của mặt đường cứng

**1.4.2 Lớp đệm :**

+ Vật liệu :  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Cát} \\ \text{Cát trộn nhựa} \\ \text{Giấy dầu tẩm nhựa đường ( 1-3 lớp )} \end{array} \right.$

+ Tác dụng :

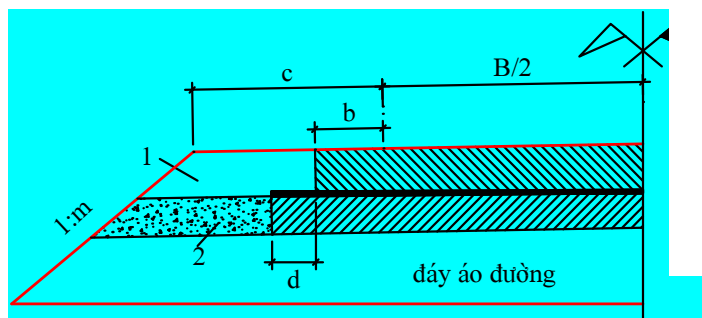
- Tăng độ bằng phẳng cho lớp móng .
- Tạo tiếp xúc tốt giữa móng với đáy tẩm
- Giảm hệ số ma sát, giảm sự phát sinh ứng suất nhiệt

**1.4.3 .Tầng móng :**

- Yêu cầu: phải dùng tầng móng có chất liên kết, ổn định nước, không tích lũy biến dạng dẻo, ngăn được nước thấm xuống nền đất, tiếp xúc tốt với đáy tẩm BTXM, không để nước kẹt lại giữa tẩm và mặt móng, giữa thành tẩm và lề đường

- Cấu tạo:

- + Móng phải làm bằng bê tông cường độ thấp với  $h \geq 14\text{cm}$  hoặc đá, đất, cát gia cố chất liên kết vô cơ với  $h \geq (15-16)\text{cm}$
- + Bề rộng móng phải rộng hơn phần xe chạy
- + 30cm nền đất trên cùng phải đạt  $K = (0,98-1,00)$
- + Phải gia cố lề

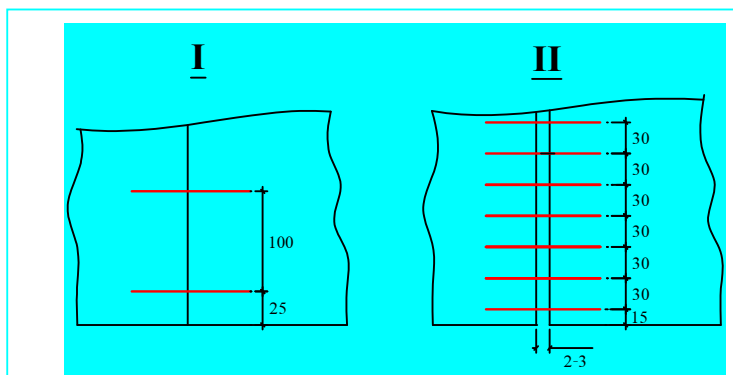
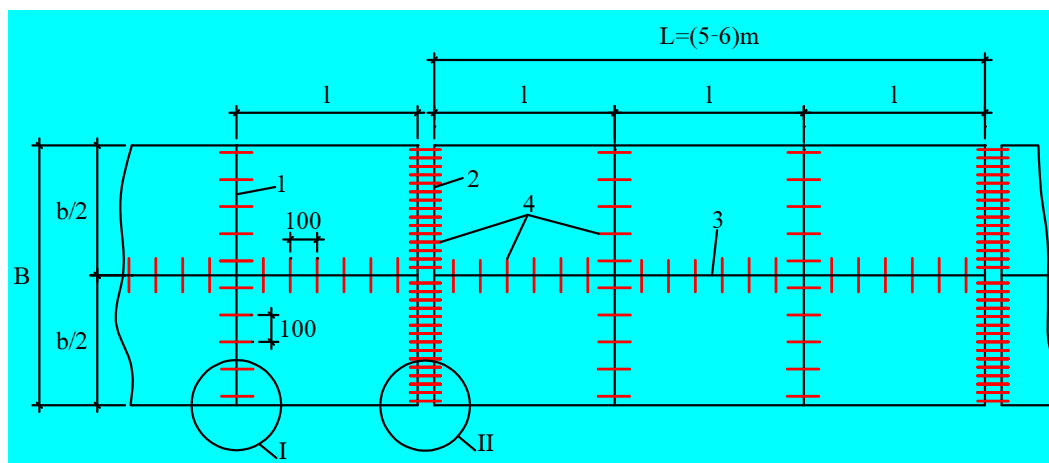


- 1 :Lề cỏ
- 2 :Lớp thoát nước dày 20cm
- b : Dải an toàn hoặc lề gia cố
- c : Bề rộng lề
- d: Bề rộng thêm của lớp móng  
 $d < (0,3 \div 0,5)m$

Hình 3.26 : Cấu tạo phần lề gia cố của mặt đường BTXM đổ tại chỗ  
**1.5 Các loại khe nối và thanh truyền lực**

Các loại khe nối:

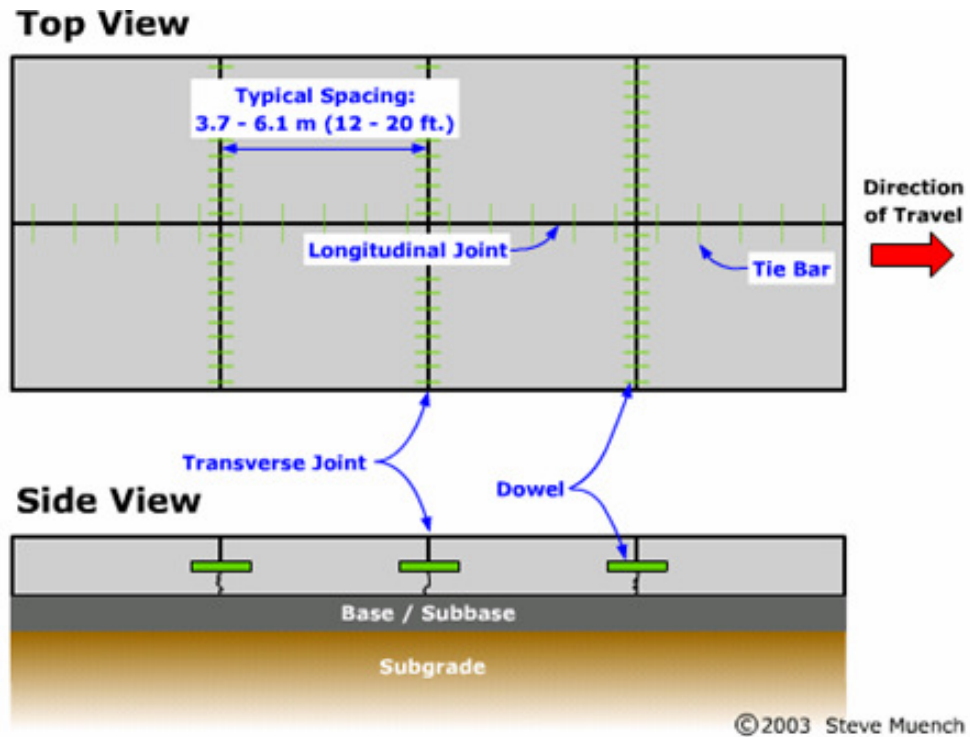
- + Khe co
- + Khe dọc
- + Khe dãn
- + Thanh truyền lực



- 1: Khe co
- 2: Khe dãn
- 3: Khe dọc
- 4: Thanh truyền lực

Tri số trong ngoặc sử dụng khi tấm BTXM đặt trên lớp móng bằng đá không gia cố với các chất kết dính

Hình 3.27a : Sơ đồ bố trí khe và phân tấm áo đường bê tông



Hình 3.27b : Sơ đồ bố trí các khe nối

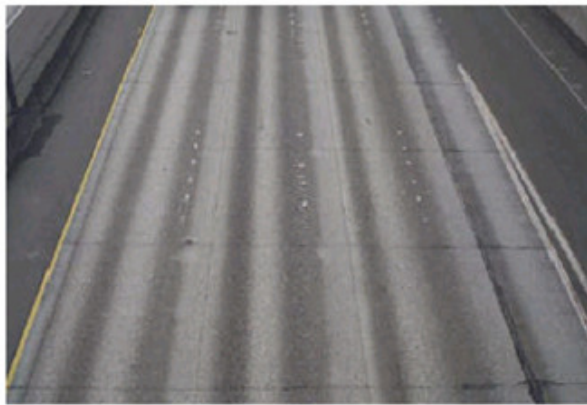


Figure 2.25: Rigid Pavement Showing



Figure 2.26: Missing Contraction Joint

Hình 3.28: Một số hình ảnh mặt đường BTXM

**Khe dẫn ( Expansion joint)**

+ Tác dụng : Làm cho tấm bê tông di chuyển tự do trên lớp móng và giảm ứng suất sinh ra trong tấm khi tấm bê tông có xu hướng dẫn ra do nhiệt độ môi trường lớn hơn khi thi công.

+ Cấu tạo : Có 2 loại khe dẫn

- Khe dẫn có thanh truyền lực ( comb expansion joint)
- Khe dẫn kiểu ngàm

**\*Áp dụng :**

- Khe dẫn có thanh truyền lực áp dụng khi đổ bê tông từng vệt liên tục, sử dụng khi thi công bằng máy.
- Khe dẫn kiểu ngàm áp dụng khi thi công bằng thủ công, đổ bê tông thành từng tấm riêng biệt.

***Khe co :( Contraction joint)***

+ **Tác dụng** : giảm ứng suất khi bê tông co ngót trong thời gian đông cứng và khi tấm bê tông làm việc ở nhiệt độ thấp.

+ **Cấu tạo** : có 2 loại khe co

- Khe co có thanh truyền lực (comb constraction joint)
- Khe co kiểu ngàm

**\*Áp dụng :**

- Khe co có thanh truyền lực áp dụng khi đổ bê tông từng vệt liên tục, sử dụng khi thi công bằng máy.
- Khe co kiểu ngàm áp dụng khi thi công bằng thủ công, đổ bê tông thành từng tấm riêng biệt.

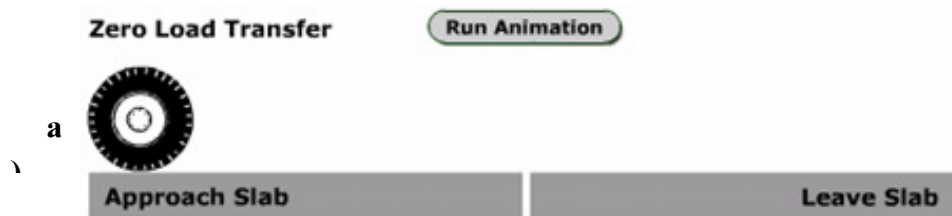
***Khe dọc : ( Longitudinal joint)***

1.1.1.3. Là 1 dạng của khe co có tác dụng giảm ứng suất khi bê tông co ngót, khi nhiệt độ mặt đường thấp.

**\*Nhược điểm của việc bố trí các khe nối :**

- Làm độ bằng phẳng không cao
- Các khe nối là vị trí xung yếu, nước thấm xuống các lớp móng (cường độ móng giảm (cường độ của kết cấu giảm đi)
- Giảm ứng suất nhiệt, chống nứt tấm.

**1.5.4 Thanh thép truyền lực ( Dowel)**





Hình 3.29 : Tải trọng xe truyền qua giữa các tấm BTXM

a) Khi không có thanh truyền lực b) Khi có thanh truyền lực

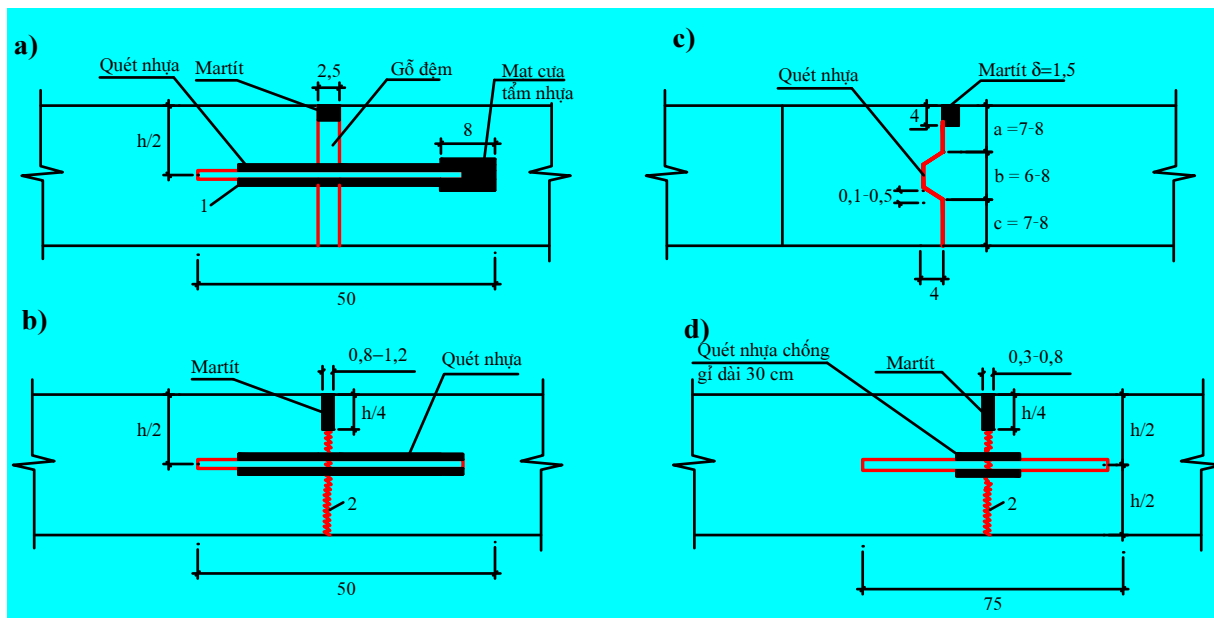
Tác dụng của thanh truyền lực : Tạo điều kiện để các tấm cùng làm việc với nhau

Bảng 3.16 : Các yêu cầu khi bố trí thanh truyền lực

Chiều dày tấm BTXM (cm)	Đường kính thanh truyền lực (mm)	Chiều dài thanh truyền lực (cm)	Khoảng cách giữa hai thanh truyền lực (cm)	
<22	20	50	30	100(65)
22-30	25	50	30	100(65)

Thanh truyền lực của khe dọc có  $\Phi(10 \div 12)$ , dài 75cm, đặt cách nhau  $(60 \div 100)$ cm

Trị số trong ngoặc ứng với trường hợp tấm BT đặt trên lớp móng không gia cố chất liên kết vô cơ.



Hình 3.30 : Cấu tạo khe áo đường bê tông xi măng

a - Khe dẫn

d - Khe dọc

c- Khe dọc kiểu ngàm 1- Thanh truyền lực

b- Khe co giãn

2- Đường nứt do giảm yếu tiết diện

Kích thước tính bằng cm



Hình 3.31: Khe dọc và khe ngang

- + Thanh truyền lực trong các khe co và khe dẫn đều phải bằng thép tròn trơn quét bitum để tránh có thể chuyển dịch khi t<sup>o</sup> tăng thay đổi
- + Thanh truyền lực trong khe dọc thường làm bằng thép có gờ không quét nhựa bitum vì thanh này cần tiếp xúc chặt với bê tông để chống tấm BTXM dịch chuyển ra phía lề. Trong khoảng 10cm ở ngay trong phạm vi chèn giữa khe chỉ có mục đích phòng thấm nước qua khe làm rỉ giữa thanh truyền lực.

## 2. CÁC THÔNG SỐ TÍNH TOÁN VÀ ƯU NHƯỢC ĐIỂM MẶT ĐƯỜNG BTXM

### 2.1 Các thông số tính toán

#### 2.1.1 Tải trọng thiết kế và hệ số xung kích :

Bảng 3.17 :Xác định tải trọng thiết kế và hệ số xung kích tương ứng

Tải trọng trục tiêu chuẩn (daN)	Tải trọng bánh tiêu chuẩn (daN)	Hệ số xung kích	Tải trọng bánh xe tính toán (daN)
10 000	5000	1.2	6000
12 000	6000	1.15	6900
<b>9 500</b>	<b>4750</b>	<b>1.2</b>	<b>5700</b>

#### 2.1.2 Cường độ và môđun đàn hồi của bê tông:

Bảng 3.17 : Xác định cường độ và môđun đàn hồi của bê tông

Các lớp kết cấu	Cường độ giới hạn sau 28 ngày (daN/cm <sup>2</sup> )		Môđun đàn hồi E(daN/cm <sup>2</sup> )
	Cường độ chịu kéo uốn	Cường độ chịu nén	

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

<i>Công trình đường ô tô -</i>	<i>Bộ môn đường ô tô – đường thành phố</i>		
<b>Lớp mặt</b>	50	400	350 000
	45	350	330 000
	40	300	315 000
<b>Lớp móng của mặt đường bê tông nhựa</b>	35	250	290 000
	30	200	265 000
	25	270	230 000

### 2.1.3 Hệ số an toàn và hệ số chiết giảm cường độ :

- Hệ số xét đến hiện tượng mỏi của tấm bê tông do tác dụng trùng phục và tác dụng động của tải trọng gây ra.

- Hệ số an toàn phụ thuộc vào tổ hợp tải trọng tính toán được lấy như sau :

*Bảng 3.18 : Xác định hệ số an toàn và hệ số chiết giảm cường độ*

<b>Tổ hợp tải trọng tính toán</b>	<b>Hệ số an toàn (k)</b>	<b>Hệ số chiết giảm cường độ (n=1/k )</b>
-Tính với tải trọng thiết kế	2	0,5
-Kiểm toán với xe nặng	1,7 – 1,53	0,59 – 0,83
- Kiểm toán với xe xích	1,54	0,65
-Tác dụng đồng thời của hoạt tải và ứng suất nhiệt	1,18 – 1,11	0,85 – 0,9

### 2.2 Ưu nhược điểm của mặt đường bê tông xi măng :

#### 2.2.1 Ưu điểm :

- Có cường độ rất cao thích hợp với các loại xe kể cả xe bánh xích.
- Ổn định cường độ khi chịu tác dụng của nhiệt độ và độ ẩm.
- Hệ số bám cao và thay đổi ít khi ẩm ướt.
- Mặt đường có màu sáng nên dễ phân biệt phần mặt đường và lề đường( an toàn xe chạy cao.
- Độ hao mòn mặt đường ít : (0,1 ÷ 0,2)mm/1năm
- Tuổi thọ cao : nếu bảo dưỡng tốt có thể sử dụng 30(40 năm.
- Công tác di tu bảo dưỡng ít.
- Có thể cơ giới hóa hoàn toàn khi thi công và mùa thi công có thể kéo dài (thi công lắp ghép)

#### 2.2.2 Nhược điểm:

- Do có hệ thống khe nối nên mặt đường không bằng phẳng, vận tốc xe chạy không cao
- Giá thành cao.

- Tổng thời gian bảo dưỡng lâu (28 ngày BTXM đổ tại chỗ )

### **3. TÍNH TOÁN TẤM BTXM CHỊU TÁC DỤNG CỦA TẢI TRỌNG XE CHẠY**

#### **3.1 Nguyên lý tính toán và phương trình vi phân độ võng:**

##### **3.1.1 Nguyên lý tính toán:**

- Tính toán theo nguyên lý tấm trên nền đàn hồi
- Theo nguyên lý này muốn tính toán nội lực của tấm ta phải tìm ra hàm phản lực của lớp móng tác dụng lên đáy tấm với giả thiết như sau :
  - + Độ lún của mặt lớp móng hoàn toàn trùng với độ võng của tấm dưới tác dụng của tải trọng.
  - + Tấm BT là vật liệu đồng nhất , đẳng hướng .

##### **3.1.2 Phương trình vi phân độ võng :**

- Gọi  $\omega(x,y)$  là độ võng của tấm tại tọa độ  $(x,y)$ , giả sử lực tác dụng  $P(x,y)$  và phản lực nền  $q(x,y)$ .
- Phương trình vi phân độ võng có dạng sau :

$$L \left( \frac{\partial^4 \omega}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \omega}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \omega}{\partial y^4} \right) = P(x,y) - q(x,y) \quad (3-41)$$

Trong đó :

$L$  : độ cứng chống uốn của tấm bê tông ximăng

$$L = \frac{E_b h^3}{12(1 - \mu_b^2)} \quad (3-42)$$

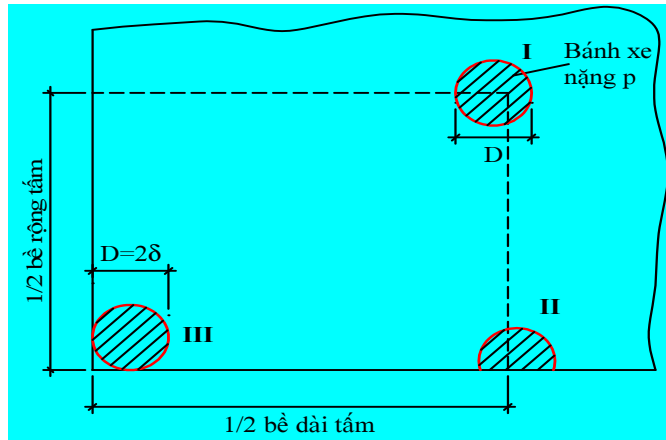
$E_b, \mu_b$  : Môđuy đàn hồi và hệ số Poisson của bê tông,  $\mu_b = 0,15$

$h$  : chiều dày của tấm bê tông ximăng (cm)

#### **3.2 Các phương pháp tính toán mặt đường bê tông ximăng hiện nay:**

##### **3.2.1 Phương pháp Westergard:**

- + Các giả thiết
- Xem tấm BTXM là 1 vật thể đàn hồi đẳng hướng và tuân theo giả thiết tiết diện thẳng.
- Tính toán tấm BTXM với 3 vị trí đặt tải trọng :
  - + Tải trọng đặt ở giữa tấm
  - + Tải trọng đặt ở góc tấm
  - + Tải trọng đặt ở cạnh tấm



Hình 3.32: Các trường hợp tác dụng tải trọng điển hình trên tấm bê tông xi măng ( $D=2\delta$ )

- Dựa trên cơ sở hệ số nền  $k$  (xem nền - móng như 1 hệ thống lò xo)

Để xác định  $k$  ta tiến hành thí nghiệm đặt 1 tấm ép cứng có đường kính 76cm, tác dụng tải trọng  $P$ . Tăng dần lực  $P$  đến khi độ lún của đất là  $l=1,27\text{cm}$ , đọc giá trị  $P$ .

$$\rightarrow \text{Hệ số nền} : k = \frac{P}{l} \quad (3-43)$$

\* **Tính toán được cho 3 trường hợp :**

+ Khi tải trọng đặt giữa tấm :

$$\sigma_I = 1,1 \cdot (1 + \mu_b) \left( \lg \frac{l}{\delta} + 0,2673 \right) \frac{P}{h^2} \quad (3-44)$$

+ Tải trọng đặt ở cạnh tấm :

$$\sigma_{II} = 2,116(1 + 0,54\mu_b) \left( \lg \frac{l}{\delta} + 0,08976 \right) \frac{P}{h^2} \quad (3-45)$$

+ Tải trọng đặt ở góc tấm :

$$\sigma_{III} = 3 \left[ 1 - \left( \frac{\sqrt{2}\delta}{l} \right)^{0,6} \right] \frac{P}{h^2} \quad (3-46)$$

Trong đó :

$\delta$  : bán kính vết bánh xe tương đương.

$P$  : lực tác dụng

$h$  : chiều dày tấm BTXM

$\mu_b$ : hệ số Poisson của bê tông,  $\mu_b = 0,15$

$$l = \sqrt[4]{\frac{L}{k}}$$

$L$  : độ cứng chống uốn của tấm bê tông xi măng

k : hệ số nền.

q = k. ω(x,y) : phản lực nền

So sánh kết quả trên với kết quả đo ứng suất thực tế cho thấy :

- + Trường hợp I, II: nếu  $\delta \geq 0,5h$  ( $2\delta = D$ ) và móng tiếp xúc hoàn toàn với đáy tấm, thì kết quả giữa tính toán và thực tế là tương đối phù hợp; nếu móng tiếp xúc không tốt với đáy tấm, thì kết quả ứng suất đo lớn hơn lý thuyết khoảng 10% .
- + Trường hợp III : ứng suất đo thực tế > tính toán lý thuyết khoảng (30 ÷ 50) %, khi đó ta phải hiệu chỉnh lại công thức xác định  $\sigma_{III}$  như sau :

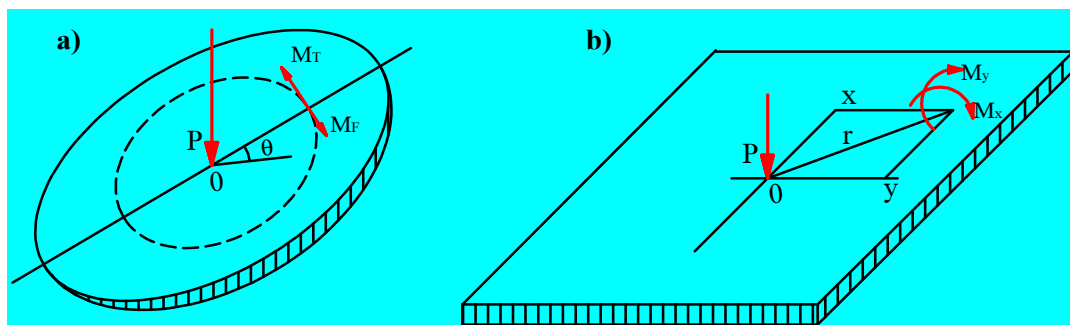
$$\sigma_{III} = 3 \left[ 1 - \left( \frac{\sqrt{2}\delta}{l} \right)^{0,12} \right] \frac{P}{h^2} \quad (3-47)$$

**Nhận xét về phương pháp :**

PP nay chỉ tính được ứng suất tại vị trí đặt tải trọng, không xác định được ứng suất do tải trọng đặt lân cận vị trí tính toán, do đó phản ánh không đúng điều kiện làm việc của tấm BTXM có kích thước thông thường ( phổ biến)

**3.2.2 Tính mặt đường BTXM theo giả thiết xem nền đường là bán không gian đàn hồi ( Phương pháp Shekter & Gorbunov – Pocadov)**

Chỉ tính cho trường hợp tải trọng đặt ở giữa tấm và tính toán trong hệ tọa độ cực sau đó chuyển về hệ trục tọa độ Decac vuông góc.



Hình 3.33 : Sơ đồ tính toán mômen uốn do tải trọng tập trung tác dụng cách tiết diện tính toán một khoảng r gây ra

a- Trong tọa độ cực

b- Trong tọa độ Đêcac

- Dưới tác dụng của tải trọng phân bố đều trên diện tích hình tròn có bán kính δ, tại vị trí đặt tải xuất hiện mômem tiếp tuyến và mômem pháp tuyến có độ lớn :

$$M_T = M_F \frac{C.P(1-\mu)}{2\pi\alpha\delta} \quad (3-48)$$

- Dưới tác dụng của tải trọng tập trung cách điểm tác dụng tải trọng một khoảng  $r$ , tại đó xuất hiện mômen tiếp tuyến và mômen pháp tuyến có độ lớn :

$$M_F = (A + \mu_B)P \quad (3-49)$$

$$M_T = (B + \mu_A)P \quad (3-50)$$

Trong đó :

$P$  : tải trọng tác dụng

$\delta$  : bán kính vệt bánh xe tương đương.

$C$  : Hệ số có giá trị thay đổi phụ thuộc vào tích số  $a.\delta$  ( bảng 12-7 sách TKĐ2 )

$A, B$  : hệ số phụ thuộc tích số  $a.r$  ( tra bảng 12-7 sách TKĐ2 )

$a$  : đặt trung đàn hồi của tấm BTXM, xác định như sau :

$$a = \frac{1}{h} \sqrt[3]{\frac{6E_0(1-\mu_b^2)}{E_b(1-\mu_0^2)}} \quad (3-51)$$

$E_0, \mu_0$  : môđun đàn hồi và hệ số Poisson của nền- móng

$E_b, \mu_b$  : môđun đàn hồi và hệ số Poisson của bê tông

$r$  : khoảng cách từ vị trí tác dụng tải trọng đến vị trí tính toán nội lực

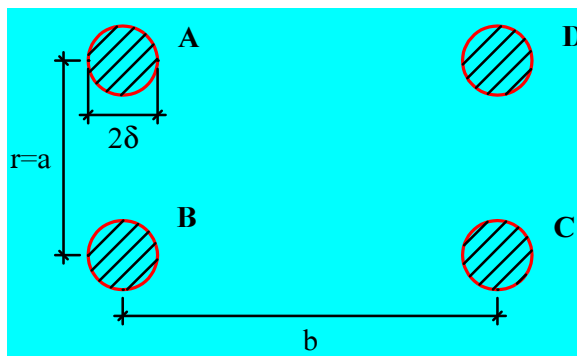
Để thuận lợi cho việc tính toán ta chuyển nội lực từ hệ tọa độ cực sang hệ trục tọa độ Decac vuông góc

$$M_x = M_F \cdot \cos^2\theta + M_T \cdot \sin^2\theta \quad (3-52)$$

$$M_y = M_F \cdot \sin^2\theta + M_T \cdot \cos^2\theta \quad (3-53)$$

Từ đó tìm được mômen tổng hợp lớn nhất  $M \rightarrow$  ứng suất kéo uốn xuất hiện trong tấm BTXM mặt đường :

$$\sigma = \frac{6 \sum M}{h^2} \leq [\sigma] \rightarrow h \geq \sqrt{\frac{6 \sum M_u}{[\sigma]}} \quad (3-54)$$



Hình 3.34: Sơ đồ tính toán mômen uốn khi có xét đến ảnh hưởng của bánh xe bên cạnh

**Nhận xét về phương pháp :**

- PP nay không những tính được US tại vị trí đặt tải trọng mà còn tính được US do tải trọng đặt cách vị trí tính toán một khoảng r gây ra .
- PP này không tính được cho trường hợp tải trọng đặt ở cạnh tấm và góc tấm .

Vậy để giải được hoàn chính bài toán mặt đường BTXM tác giả I.A Mednicov giả định ứng suất xuất hiện khi tải trọng đặt ở giữa tấm của 2 phương pháp trên bằng nhau từ đó tìm được quan hệ quy đổi giữa hệ số nền k và mô đun đàn hồi của nền - móng E<sub>o</sub> , từ đó tính được ứng suất và chiều dày tấm trong trường hợp tải trọng đặt ở cạnh tấm và góc tấm như sau (22TCN 233-95)

+ Khi tải trọng đặt ở giữa tấm :

$$h_1 = \sqrt{\frac{\alpha_1 P}{[\sigma]}} \quad (3-55)$$

+ Khi tải trọng đặt ở cạnh tấm :

$$h_2 = \sqrt{\frac{\alpha_2 P}{[\sigma]}} \quad (3-56)$$

+ Khi tải trọng đặt ở góc tấm :

$$h_3 = \sqrt{\frac{\alpha_3 P}{[\sigma]}} \quad (3-57)$$

$$\left. \begin{matrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \end{matrix} \right\} \text{phụ thuộc} \begin{matrix} \frac{h}{\delta} \\ \frac{E_b}{E_0} \end{matrix} \quad ( \text{Tra bảng 12-8/ GT thiết kế đường ô tô tập 2} )$$

Trong đó :  $\delta$  : bán kính vệt bánh xe tương đương.

h : chiều dày tấm BTXM

E<sub>b</sub>,  $\mu_b$  : môđun đàn hồi và hệ số Poisson của bê tông

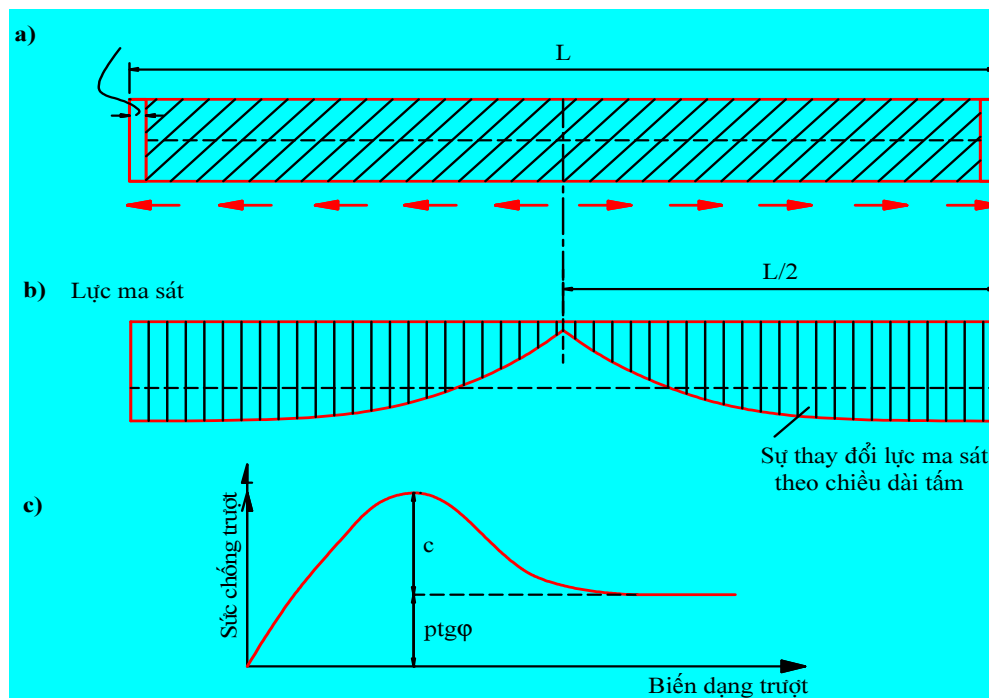
$\mu_0$  : số Poisson của nền- móng

E<sub>o</sub> : môđun đàn hồi của nền- móng (môđun đàn hồi chung của các lớp móng và nền đường dưới tấm BTXM )

## **4 TÍNH TẤM BTXM DƯỚI TÁC DỤNG CỦA ỨNG SUẤT NHIỆT.**

### **4.1 Tính chiều dài của tấm theo ứng suất nhiệt thay đổi đều trên toàn bộ tấm**

#### **1.1.1.4. 10.4.1.1 Bài toán :**



Hình 3.35 : Sơ đồ tính toán xác định chiều dài tấm ( khoảng cách giữa hai khe co)

- Xét 1 tấm BTXM có bề rộng 1m, chiều dày h, dài L, đặt trên 1 nền móng có góc nội ma sát  $\varphi$ , lực dính c

- Khi có sự thay đổi nhiệt độ thì tấm có xu hướng dẫn ra hoặc co vào, nhưng do có sự cản trở bởi lực ma sát và lực dính của lớp móng và đáy tấm làm tấm BTXM không thể chuyển vị tự do (xuất hiện ứng suất trong tấm bê tông)

#### 4.1.2 Phương pháp giải :

##### Các giả thiết :

- + Xem tấm BTXM là 1 vật thể đàn hồi đẳng hướng
- + Khi tấm BTXM dẫn ra hoặc co vào thì phần giữa của tấm vẫn nằm nguyên tại chỗ còn hai đầu tấm có chuyển vị lớn nhất .

##### Phương pháp giải :

- Xác định lực chống trượt lớn nhất trên một đơn vị diện tích  $S_{\max}$  :

$$S_{\max} = P \cdot \text{tg}\varphi + c = \gamma \cdot h \cdot \text{tg}\varphi + c \quad (3-58)$$

- Xác định lực chống trượt trung bình trên một đơn vị diện tích  $S_{\text{tb}}$  :

$$S_{\text{tb}} = 0.7 S_{\max} = 0,7 ( \gamma \cdot h \cdot \text{tg}\varphi + c ) \quad (3-59)$$

- Xác định lực chống trượt trung bình trên toàn bộ tấm :

$$S = S_{\text{tb}} \cdot \frac{B \cdot L}{2} = 0,7 \cdot \frac{B \cdot L}{2} \cdot ( \gamma h \text{tg}\varphi + c ) \quad (3-60)$$

$$S = 0,35(\gamma.h.tg\varphi + c).L \quad (B=1m) \quad (3-61)$$

Lực này sinh ra ứng suất :

$$\sigma = \frac{S}{F} + \frac{M}{W} = \frac{S}{B.h} + \frac{S \cdot \frac{h}{2}}{\frac{B.h^2}{6}} = 4 \frac{S}{h} \quad (B=1m) \quad (3-62)$$

$$\text{Vậy : } \sigma = 1,4(\gamma.h.tg\varphi + c).L \quad (3-63)$$

$$\rightarrow L \leq \frac{[\sigma].h}{1,4(h.\gamma.tg\varphi + c)} \quad (3-64)$$

Trong đó :

C : lực dính của vật liệu làm lớp móng

$\varphi$  : góc nội ma sát của vật liệu làm lớp móng

h : chiều dày tấm BTXM

$\gamma$  : dung trọng của tấm BTXM

$[\sigma]$  : ứng suất kéo uốn cho phép của bê tông ,  $[\sigma] = (0,35 - 0,4) R_{ku}$  (3-65)

$R_{ku}$  : cường độ giới hạn chịu kéo uốn của bê tông .

#### 4.2 Tính toán ứng suất nhiệt do chênh lệch nhiệt giữa mặt trên và mặt dưới của tấm: ( $t^\circ$ thay đổi không đều theo $h_i$ )

$$\Delta t = |t_{tr}^0 - t_d^0| \quad (3-66)$$

Trong thời gian sử dụng mặt đường BTXM, nhiệt độ mặt trên và mặt dưới của tấm thường khác nhau do đó thờ trên và thờ dưới của tấm co, dãn không đều làm cho tấm BTXM bị uốn vòng. Nhưng do tải trọng bản thân và tải trọng ngoài tác dụng do đó trong tấm không thể uốn vòng tự do được  $\rightarrow$  sinh ra ứng suất.

➤ Đối với tấm có kích thước vô hạn ứng suất uốn vòng sinh ra trong tấm :

$$\sigma = \frac{E_b \cdot \alpha \cdot \Delta t}{2(1 - \mu_b^2)} \quad (3-67)$$

➤ Tuy nhiên nhờ hệ thống các khe nối ( tấm có kích thước hữu hạn ) khi đó các ứng suất uốn vòng sinh ra trong tấm có chiều dài L , chiều rộng B như sau :

$$\sigma_x = \frac{E_b \cdot \alpha \cdot \Delta t}{2(1 - \mu_b^2)} (C_x + \mu C_y) \quad (3-68)$$

$$\sigma_y = \frac{E_b \cdot \alpha \cdot \Delta t}{2(1 - \mu_b^2)} (C_y + \mu C_x) \quad (3-69)$$

$$\sigma_0 = \frac{E_b \cdot \alpha \cdot \Delta t}{2(1 - \mu_b^2)} C_x \quad (3-70)$$

Trong đó :

$\sigma_x$  : ứng suất uốn vòng ở giữa tấm theo hướng dọc cạnh tấm (daN/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_y$  : ứng suất uốn vòng ở giữa tấm theo hướng ngang cạnh tấm (daN/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_0$  : ứng suất uốn vòng theo hướng dọc ở cạnh tấm (daN/cm<sup>2</sup>)

$E_b, \mu_b$  : môđun đàn hồi và hệ số Poisson của bê tông

$\alpha$  : hệ số giãn nở nhiệt của bê tông  $\alpha = 10^{-5} (1/^\circ C)$

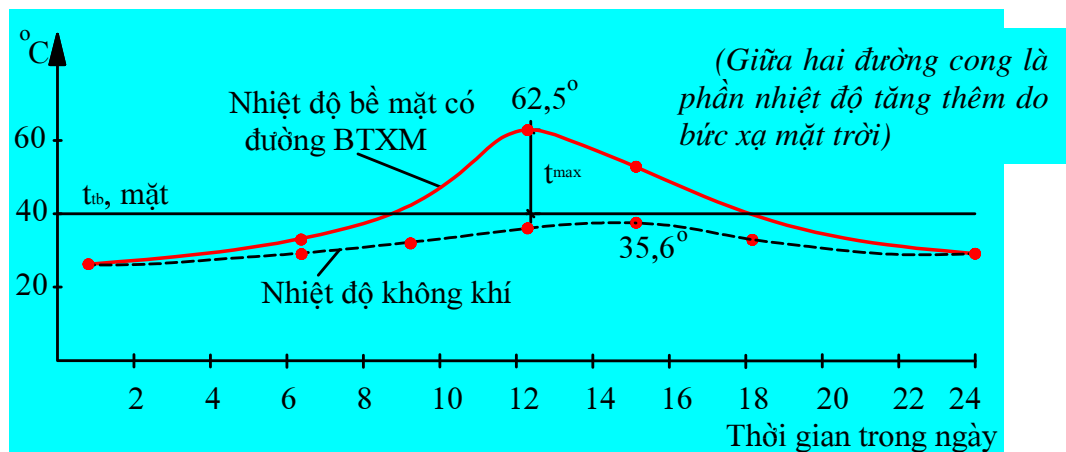
$\Delta t$  : chênh lệch nhiệt độ lớn nhất ở mặt trên và mặt dưới của tấm  $\Delta t = 0,84h$

$C_x, C_y$  : các hệ số phụ thuộc  $L/l, B/l$  ( tra toán đồ H12-10 sách TKĐ2 )

$$l : \text{bán kính độ cứng của tấm bê tông } l = 0,6h \cdot \sqrt[3]{\frac{E_b}{E_{ch}^m}} \quad (3-71)$$

$E_{chm}$  : môđun đàn hồi chung của các lớp móng và nền đường dưới tấm BTXM

$L, B$  : chiều dài và chiều rộng của tấm BTXM .



Hình 3.36 : Diễn biến nhiệt độ bề mặt áo đường cứng trong một ngày đêm

### 3.3: HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC TRÊN ĐƯỜNG Ô TÔ

#### 3.3.1 Hệ thống thoát nước mặt và nước ngầm của đường ô tô

##### 1. Hệ thống thoát nước cho đường:

- Hệ thống thoát nước cho đường bao gồm hàng loạt các công trình và các biện pháp kỹ thuật được xây dựng để đảm bảo nền đường không bị ẩm ướt.

- Hệ thống thoát nước đường ô tô nói chung bao gồm: hệ thống thoát nước mặt, hệ thống thoát nước ngầm và hệ thống thoát nước ngang đó là mương dọc, mương ngang, hố thu, lưới chắn rác, hố ga, giếng thăm, rãnh biên, đỉnh, bậc nước, dốc nước, bể bốc hơi, cống và cầu vượt dòng, rãnh ngầm, hào thu và thoát nước ngầm....

##### 1.1. Tác dụng:

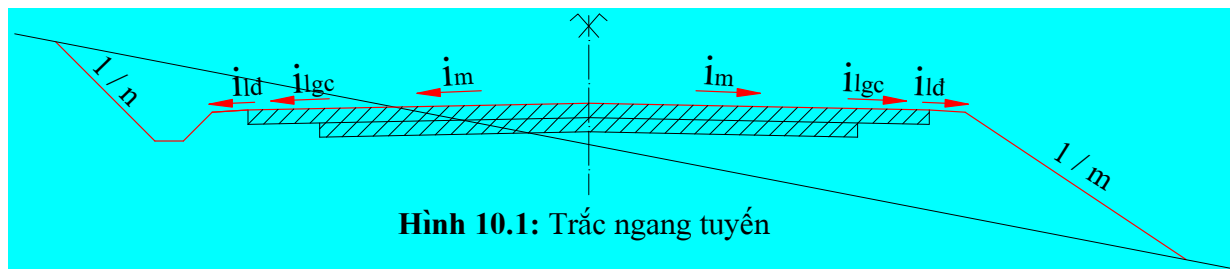
- Tập trung và thoát nước nền đường hoặc ngăn chặn không cho nước ngấm vào nền đường, đặc biệt là phần trên của nền đường, đảm bảo nền đường không bị ẩm ướt do đó cải thiện chế độ thủy nhiệt của nền và mặt đường.

- Đảm bảo chế độ ẩm của nền đường luôn luôn ổn định, không gây nguy hiểm cho mặt đường.

**1.2. Hệ thống thoát nước mặt:** Nước mặt được tập trung và thoát khỏi phạm vi của đường qua các yếu tố sau:

◆ Độ dốc của đường: bao gồm độ dốc ngang và độ dốc dọc

- Độ dốc ngang mặt đường: ( $i_n$ )



Hình 10.1: Trắc ngang tuyến

+ Độ dốc ngang của đường thường dốc từ tim phần xe chạy về lề đường, trừ trong đường cong bố trí siêu cao là dốc từ phía lưng về phía bụng đường cong.

+ Độ dốc ngang của mặt đường phụ thuộc vào loại vật liệu làm mặt đường và được quy định theo tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN 4054-05 như sau:

**Bảng 3.1:** ( *Bảng 9 /tr101 TCVN 4054-05*)

**Độ dốc ngang của mặt đường**

Loại vật liệu mặt đường	Độ dốc ngang $i_n$ (%)
- Bê tông xi măng và bê tông nhựa	2,0 ÷ 2,5
- Mặt đường lát đá tốt, phẳng (cấp phối và đá dăm sử dụng nhựa)	2,5 ÷ 3,0
- Mặt đường lát đá chất lượng trung bình và mặt đường xếp đá (đá dăm, cấp phối)	3,0 ÷ 3,5
- Mặt đường đá dăm, cấp phối, mặt đường cấp thấp (đá ba, đá hộc)	3,5 ÷ 4,0

+ Ngoài ra, độ dốc ngang của mặt đường còn phụ thuộc vào độ bằng phẳng của mặt đường. Mặt đường càng ít bằng phẳng, độ dốc ngang thiết kế càng phải dốc nhiều hơn vì nước đọng trên mặt đường lâu hơn do sức cản dòng chảy lớn, nước mưa có thể bị giữ lại ở các nơi trũng và ngấm vào mặt đường, lớp móng và nền đất.

+ Tóm lại về nguyên tắc thì độ dốc ngang mặt đường càng lớn thì việc đảm bảo thoát nước mặt càng tốt. Tuy nhiên, độ dốc ngang càng lớn càng gây bất lợi cho xe chạy, cụ thể:

- Xe dễ bị trượt khi trời mưa đường trơn
- Tải trọng xe phân bố không đều xuống các bánh xe, khi xe chuyển làn từ ngoài vào giữa thì lốp xe phía trong của bánh xe kép bị quá tải, mòn nhanh và lệch về một phía
- Gây biến dạng lệch ngang của lớp xe làm cho việc điều khiển tay lái nặng và lốp xe cũng nhanh mòn hơn

⇒ Do đó, độ dốc ngang mặt đường được chọn theo giá trị tối thiểu để đảm bảo thoát nước trên mặt đường tùy theo vật liệu làm mặt đường như *Bảng 10.1*

- Độ dốc ngang lề đường: Lề đường bao gồm phần lề gia cố và phần lề đất

+ Phần lề gia cố thông thường được làm cùng vật liệu với mặt đường, do đó độ dốc lề gia cố cũng được lấy theo độ dốc của phần mặt đường

+ Phần lề đất có độ dốc được làm dốc hơn độ dốc của mặt đường, được quy định theo TCVN 4054-98 và TCVN 4054-05 là 4 ÷ 6%

- Độ dốc dọc của đường: Để đảm bảo điều kiện thoát nước cho đường thì độ dốc dọc tối thiểu được quy định 0,5%, trường hợp khó khăn cho phép 0,3%.

- ◆ Hệ thống rãnh: gồm có rãnh dọc (hay rãnh biên), rãnh đỉnh, rãnh tập trung nước
- ◆ **Hệ thống dốc nước, bậc nước**

- ◆ Các công trình thoát nước ngang đường: bao gồm cầu, cống, **đường thấm, đường tràn**
- ◆ Các công trình hướng nước và uốn suối

**1.3. Hệ thống thoát nước ngầm:** có rãnh ngầm với tác dụng chặn tập hợp, tháo và hạ mực nước ngầm

## **2. Quy hoạch hệ thống thoát nước đường ô tô:**

### **2.1. Nguyên tắc chung:**

- Phải tiến hành quy hoạch tổng thể hệ thống thoát nước hoàn chỉnh bao gồm các loại công trình thoát nước như rãnh, cầu, cống, ...

- Các công trình thoát nước này phải phối hợp chặt chẽ với nhau. Vị trí, kích thước, kết cấu của chúng phải hợp lý đảm bảo hiệu quả sử dụng cao và giá thành hạ. Cụ thể: Việc bố trí hệ thống mương rãnh thoát nước cho đường phải kết hợp với việc bố trí hệ thống cầu, cống thoát nước qua đường, xác định hướng thoát nước của các mương rãnh về cầu, cống, các biện pháp nối tiếp giữa các rãnh thoát nước với cầu, cống. Ngược lại, khi bố trí cầu, cống phải xét tới yêu cầu thoát nước nhanh chóng từ các mương rãnh.

- Việc bố trí các công trình thoát nước nền đường phải xét tới yêu cầu tưới tiêu của thủy lợi, phục vụ nông nghiệp. Ví dụ khi tuyến đường cắt qua hệ thống tưới tiêu thì phải có các biện pháp như bố trí cầu, cống, ống xiphông, ... để đảm bảo việc tưới tiêu được bình thường.

### **2.2. Trình tự thiết kế hệ thống thoát nước:**

Nói chung, để thiết kế quy hoạch hệ thống thoát nước nền đường hợp lý thì trong quá trình thiết kế phải phối hợp bình đồ, trắc dọc, trắc ngang của tuyến đường với điều kiện địa hình, địa chất, khí hậu, thủy văn dọc tuyến và phân chia thành các đoạn đặc trưng để có những nghiên cứu (cải nhìn) tổng hợp giải quyết vấn đề thoát nước nền đường. Cụ thể theo trình tự như sau:

- Trước hết tiến hành điều tra phân tích nguồn nước, xác định đỉnh taluy đường đào, chân taluy đường đắp, vị trí các đống đất thừa, các hồ thùng đầu, ... trên bình đồ tuyến.

- Khoanh diện tích lưu vực tụ nước chảy về đường, đánh giá lưu lượng nước từ các lưu vực chảy về đường, khả năng đe dọa của dòng chảy đối với nền đường.

- Căn cứ vào kết quả điều tra khảo sát và tính toán, bố trí các công trình thoát nước, các công trình bảo vệ nền đường chống lại sự phá hoại của dòng chảy đối với nền đường. Cụ thể:

+ Đối với những đoạn đường đào, nửa đào nửa đắp, không đào không đắp (tại tim đường), và nền đường đắp thấp ( $\leq 0,6m$ ) thì bố trí rãnh dọc (rãnh biên) hai bên đường để thoát nước từ mặt đường, lề đường và 1 phần taluy nền đường đào.

+ Bố trí rãnh đỉnh trên sườn núi để ngăn nước chảy về đường nếu lưu lượng nước từ sườn núi lớn, rãnh dọc không kịp thoát nước.

+ Bố trí mương rãnh dẫn nước từ rãnh đỉnh, rãnh biên ra các chỗ trũng, sông suối hoặc cầu, cống gần đây. Rãnh dẫn nước phải ngắn nhất, càng xa đường càng tốt và nối tiếp thuận lợi với công trình thoát nước khác.

+ Bố trí vị trí cầu, cống để tạo với hệ thống mương rãnh thành một mạng lưới các công trình thoát nước hợp lý.

+ Nếu có nước ngầm gây tác hại tới nền đường thì phải bố trí các công trình thoát nước ngầm kết hợp với hệ thống thoát nước mặt.

### 3.3.2 Cấu tạo các loại rãnh dọc, mương dọc

**1. Thiết kế rãnh:** gồm có rãnh dọc hay rãnh biên (side ditch), rãnh đỉnh (head ditch) và rãnh tập trung nước (gully) với các nội dung sau:

- Xác định chính xác bình đồ tuyến rãnh, vị trí rãnh
- Độ dốc dọc của rãnh
- Kích thước mặt cắt ngang rãnh
- Hình thức gia cố rãnh
- Tính toán thủy lực rãnh.

Ngoài ra, riêng đối với rãnh đỉnh và rãnh tập trung nước còn phải xem xét điều kiện ổn định, kinh tế và hiệu quả của bản thân tuyến rãnh thoát nước.

**1.1 Nguyên tắc chung:** Vị trí, tiết diện và độ dốc của rãnh được chọn phải đảm bảo một số nguyên tắc sau:

- Đảm bảo thoát được lưu lượng tính toán với kích thước hợp lý.
- Tốt nhất là không phải gia cố lòng rãnh. Ở những nơi bị khống chế do điều kiện địa hình phải gia cố lòng rãnh thì vật liệu gia cố nên chọn vật liệu rẻ tiền và tận dụng vật liệu địa phương. Kích thước và biện pháp gia cố lòng rãnh phải thông qua tính toán so sánh các phương án theo các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật.

- Tốc độ nước chảy trong rãnh  $V_c$  không nhỏ hơn tốc độ làm lắng đọng các hạt phù sa  $V_l$ , tránh hiện tượng lắng đọng phù sa ở đáy rãnh làm giảm khả năng thoát nước của rãnh. Theo kết quả nghiên cứu của một số tác giả trong nước thì hiện tượng lắng đọng phù sa sẽ xảy ra khi:

$$+ V_l \leq 0,25\text{m/s} \quad \text{đối với bùn, phù sa hạt nhỏ}$$

$$+ V_l \leq 0,40\text{m/s} \quad \text{đối với cát nhỏ}$$

$$+ V_l \leq 0,60\text{m/s} \quad \text{khi lòng rãnh bị cây cỏ mọc kín}$$

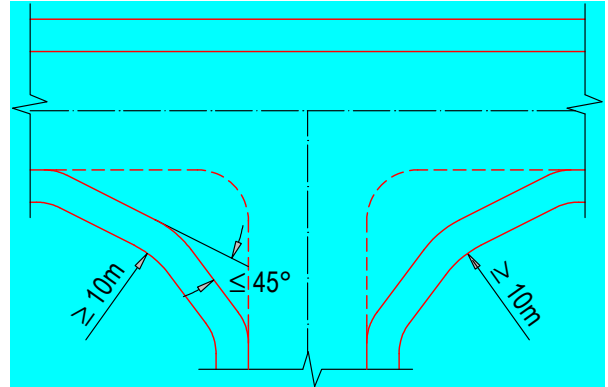
- Đồng thời tốc độ của nước chảy trong rãnh  $V_c$  không được lớn hơn tốc độ làm xói lở kết cấu của rãnh (lúc này không cần phải tính toán gia cố lòng rãnh).

- Độ dốc dọc của rãnh không nhất thiết phải cố định mà có thể thay đổi theo chiều dài rãnh tùy trường hợp cụ thể sao cho đảm bảo điều kiện thoát nước tốt nhất. Chẳng hạn như:

+ Khi lưu lượng nước chảy trong rãnh không đổi  $Q_{max} = const$  thì lúc này để hạn chế hiện tượng lắng đọng phù sa ở đáy rãnh nên thiết kế độ dốc rãnh tăng dần về phía hạ lưu. Trường hợp này thực tế hầu như không xảy ra.

+ Khi lưu lượng nước dọc theo rãnh có giá trị tăng dần về phía hạ lưu (do nước từ 2 lưu vực đổ về) thì lúc này để hạn chế tốc độ nước chảy ở hạ lưu quá lớn nên thiết kế rãnh dọc có độ dốc giảm dần về phía hạ lưu.

- Cố gắng giảm số chỗ ngoặt để tránh hiện tượng ứ đọng bùn cát tại những nơi này. Khi cần đổi hướng thì phải thiết kế để rãnh đổi hướng từ từ sao cho góc ngoặt không quá  $45^{\circ}$  và bán kính đường cong không được nhỏ hơn 2 lần chiều rộng mặt trên của rãnh đồng thời không được nhỏ hơn 10m



- Cố gắng tìm cách bố trí nhiều chỗ thoát nước từ rãnh ra khe suối hay chỗ trũng gần đây để đảm bảo nền đường luôn khô ráo, rãnh không bị đầy tràn và lòng rãnh không bị xói.

- Riêng mép rãnh đỉnh và rãnh dẫn nước phải cao hơn mực nước chảy trong rãnh một chiều cao bằng 0,25m

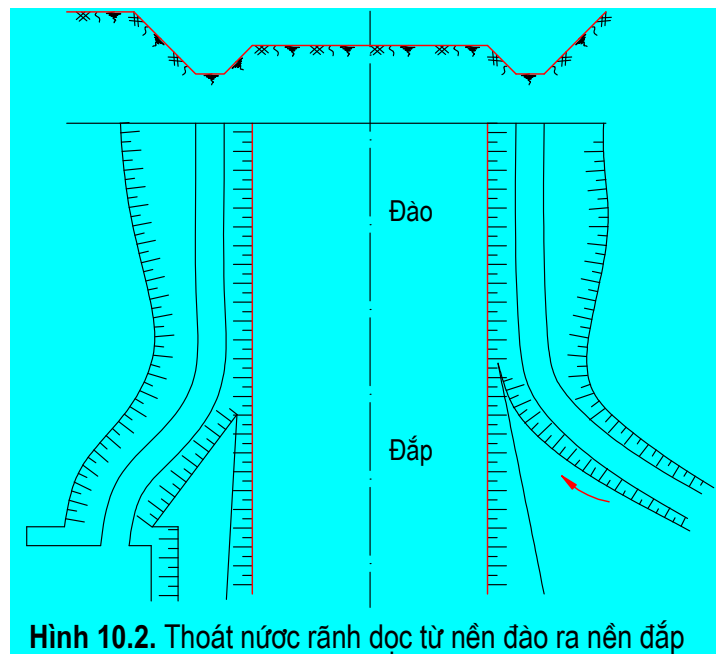
## 1.2. Thiết kế cấu tạo:

### 1.2.1 Rãnh biên (rãnh dọc):

◆ Điều kiện bố trí rãnh dọc: Rãnh dọc được bố trí trong nền đường đào, nền nửa đào nửa đắp và nền đắp thấp (quy trình 4054-05 quy định dưới 0,6m)

◆ Mục đích: để thoát nước mưa từ mặt đường, lề đường, taluy nền đường đào và diện tích lưu vực hai bên dành cho đường.

◆ Nguyên tắc thiết kế:



Hình 10.2. Thoát nước rãnh dọc từ nền đào ra nền đắp

- Không để nước từ rãnh nền đường đắp chảy về nền đường đào, trừ trường hợp chiều dài nền đường đào ngắn hơn 100m

- Không cho nước chảy từ các rãnh khác như rãnh đỉnh, rãnh dẫn nước, ... về rãnh dọc.

- Phải luôn cố gắng tìm cách tháo nước từ rãnh dọc về chỗ trũng hay sông suối gần đường hoặc cho chảy qua đường nhờ các công trình thoát nước ngang đường như cầu, cống, ...

- Chiều dài rãnh tối đa là 500m đối với rãnh tiết diện hình thang và 250m đối với rãnh tiết diện hình tam giác. Khi chiều dài rãnh lớn hơn giá trị này phải bố trí công cấu tạo đường kính  $\phi 0,75\text{m}$  để thoát nước từ rãnh biên về sườn núi bên đường nếu không thể dẫn nước từ rãnh dọc về 2 phía được.

- Vị trí thoát nước từ rãnh biên nền đường đắp phải cách xe nền đường đắp để đảm bảo an toàn cho đoạn đường đắp. Rãnh dọc của nền đường đào được thiết kế hướng dần vào thùng đấu (nếu có) hoặc được bố trí song song với tim đường cho tới vị trí nền đường đắp trên 0,5m thì bắt đầu thiết kế rãnh tách xa khỏi nền đường cho tới khi chiều sâu rãnh bằng 0 (Hình 10.3)

- Khi rãnh biên thiết kế qua các vùng canh tác nông nghiệp và được sử dụng kết hợp làm kênh tưới tiêu thì kích thước phải được chọn theo tính toán để đảm bảo thoát nước đồng thời phải có biện pháp đảm bảo nền đường không bị sụt lõ và xói lở.

- Khi tuyến đường thiết kế qua các khu dân cư, để đảm bảo an toàn thì rãnh biên nên thiết kế loại rãnh xây đá hoặc bê tông, có lát các tấm đan che kín và có bố trí hệ thống giếng thu nước mưa (được học chi tiết trong Chuyên đề đường - phần đường đô thị)

◆ Đặc điểm cấu tạo:

- Kích thước của rãnh trong điều kiện bình thường được chọn theo cấu tạo mà không cần tính toán thủy lực rãnh.

- Khi rãnh biên không những dùng để thoát nước mặt đường, lề đường và diện tích đất dành cho đường mà còn dùng để thoát nước lưu vực hai bên đường thì kích thước của rãnh biên lúc này được lấy theo tính toán thủy lực rãnh, nhưng chiều sâu của rãnh không được sâu quá 0,8m.

- Tiết diện rãnh: có thể là hình thang, hình tam giác, hình chữ nhật hay nửa hình tròn. Thực tế thường dùng tiết diện hình thang hoặc tam giác.

+ Tiết diện hình thang: là tiết diện được dùng phổ biến trong điều kiện địa chất bình thường, với cấu tạo như Hình 10.2a

\* Chiều rộng đáy 0,4m

\* Chiều sâu tính từ mặt đất tự nhiên tối thiểu là 0,3m, từ mép nền đắp tới đáy rãnh tối thiểu là  $(0,7 \div 0,8)$ m và tối đa là  $(1,0 \div 1,2)$ m

\* Taluy rãnh nền đường đào lấy bằng độ dốc taluy đường đào theo cấu tạo địa chất

\* Taluy rãnh nền đường đắp là  $1:1,5 \div 1:3$

+ Tiết diện hình tam giác thường được dùng ở những nơi có địa chất tốt, khó đào chẳng hạn như đá, với cấu tạo như Hình 10.2b

\* Chiều sâu tính từ mặt đất tự nhiên là 0,3m

\* Taluy rãnh nền đường đào lấy bằng độ dốc taluy đường đào theo cấu tạo địa chất

\* Taluy rãnh nền đường đắp lấy bằng  $1:3$  phía giáp phần xe chạy và  $1:1,5$  cho phía đối xứng.

- Độ dốc tối thiểu của rãnh được chọn theo điều kiện tránh làm ứ đọng bùn cát và không được nhỏ hơn 0,5%. Trong trường hợp khó khăn cho phép lấy độ dốc tối thiểu của rãnh là 0,3% nhưng chiều dài không được lớn hơn 50m.

### 1.2.2. Rãnh đỉnh:

◆ Điều kiện bố trí: Theo TCVN 4054-05, rãnh đỉnh được bố trí khi diện tích lưu vực từ sườn núi đổ về đường lớn hoặc khi chiều cao taluy đào  $\geq 12$ m

◆ Mục đích: để đón nước chảy từ lưu vực sườn núi chảy về phía đường và thoát nước về công trình (như cầu, cống), về sông suối hay chỗ trũng cạnh đường.

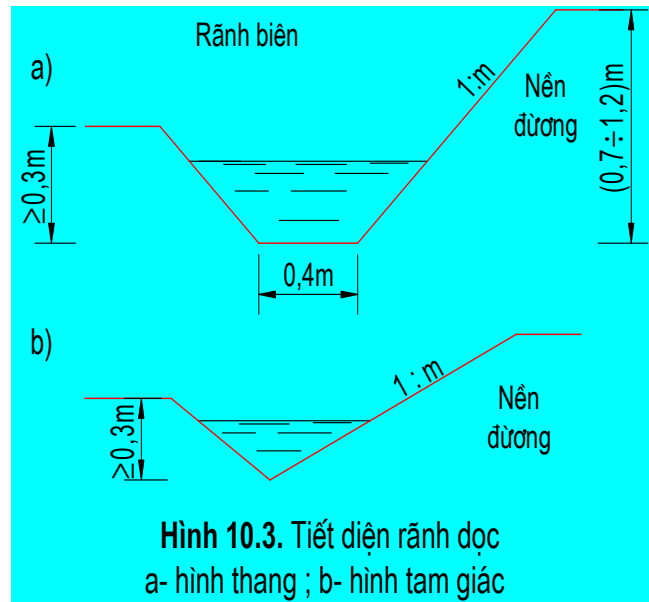
◆ Nguyên tắc thiết kế và cấu tạo:

- Khi thiết kế rãnh đỉnh phải có quy hoạch hợp lý về hướng tuyến, độ dốc dọc và mặt cắt thoát nước.

- Không được phép tháo nước từ rãnh đỉnh về rãnh dọc của đường

- Số lượng rãnh đỉnh tùy thuộc vào điều kiện địa hình, địa chất và diện tích lưu vực cụ thể.

+ Khi địa hình sườn núi dốc, diện tích lưu vực lớn, địa chất dễ bị sạt lở thì có thể làm 2 hoặc nhiều rãnh đỉnh



Hình 10.3. Tiết diện rãnh dọc a- hình thang ; b- hình tam giác

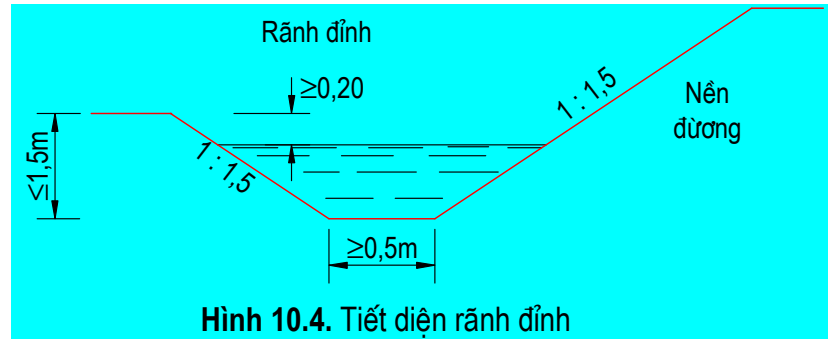
+ Khi độ dốc ngang sườn đôi nhỏ và diện tích lưu vực nước chảy về rãnh dọc không lớn thì cũng có thể không cần làm rãnh đỉnh. Tuy nhiên, lúc này yêu cầu phải kiểm tra khả năng thoát nước của rãnh biên.

- Tiết diện rãnh đỉnh: có dạng hình thang với các kích thước như Hình 10.4

\* Đáy rãnh: có chiều rộng tối thiểu là 0,5m

\* Chiều sâu rãnh h: xác định theo tính toán thủy lực và đảm bảo mực nước tính toán trong rãnh cách mép rãnh ít nhất 20cm, đồng thời không sâu quá 1,5m

\* Taluy rãnh được quy định là 1:1,5



Hình 10.4. Tiết diện rãnh đỉnh

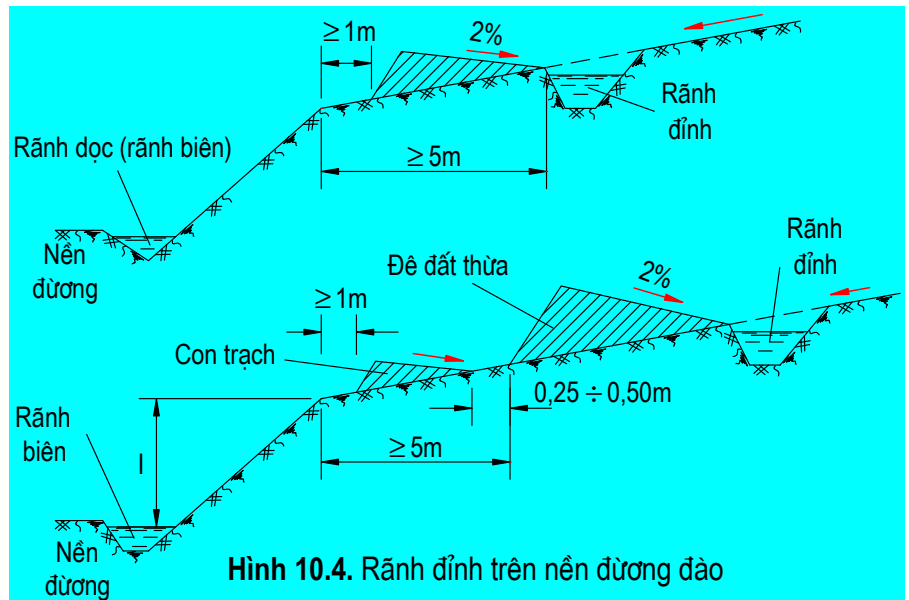
- Độ dốc rãnh đỉnh được chọn phụ thuộc vào địa hình với giá trị tối thiểu là 0,5% (trường hợp đặc biệt cho phép 0,3%) để đảm bảo điều kiện không làm lắng đọng bùn cát, phù sa. Ngoài ra, độ dốc rãnh đỉnh còn được chọn sao cho tốc độ nước chảy trong rãnh không gây xói lòng rãnh

- Vị trí rãnh đỉnh:

+ Trên nền đường đào: (Hình 10.5)

\* Rãnh đỉnh được bố trí cách mép taluy nền đường đào ít nhất là 5m để tránh xói mòn và trượt mái dốc nền đường đào do đất bị ẩm ướt (vì lòng rãnh có thể bị lắng đọng bùn cát làm nước không thể thoát nhanh được)

\* Đất thừa do đào rãnh



Hình 10.4. Rãnh đỉnh trên nền đường đào

đỉnh được đắp sát bờ rãnh tạo thành con trạch. Bề mặt con trạch có dốc ngang 2% về phía rãnh và chân của nó cách mép taluy nền đường đào ít nhất là 1,0m

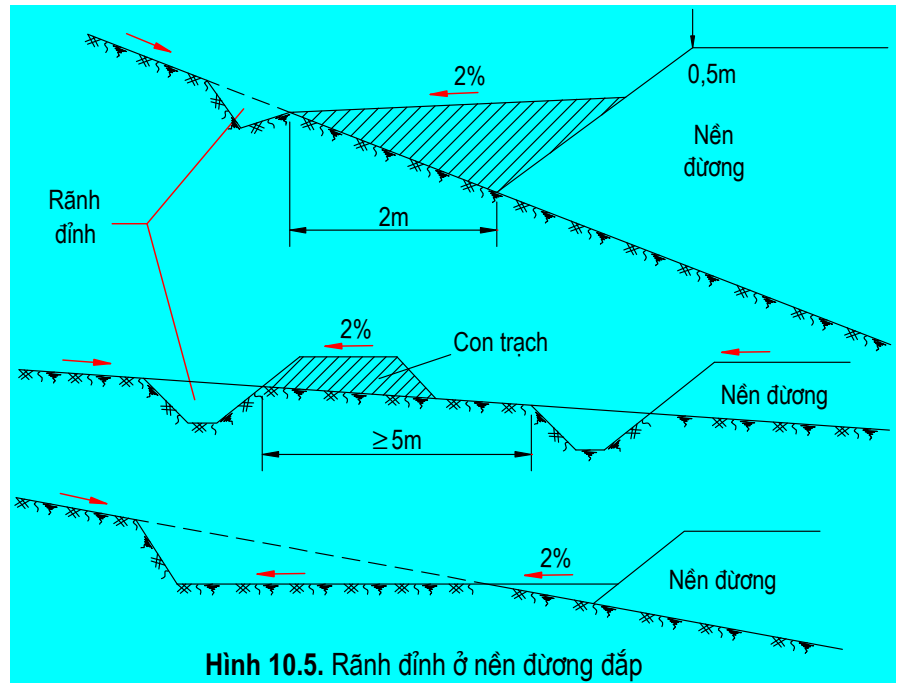
+ Trên nền đường đắp: (Hình 10.6) rãnh đỉnh được bố trí để ngăn nước chảy về nền đường đắp

\* Rãnh đỉnh được bố trí cách mép rãnh biên ít nhất là 5m nếu có rãnh biên

\* Bố trí cách chân taluy nền đắp ít nhất 2m nếu không có rãnh biên

\* Đất đào rãnh đỉnh được đắp thành con trạch về phía nền đường. Bề mặt con trạch có dốc ngang 2% về phía rãnh.

- Tuy nhiên rãnh đỉnh cũng không nên bố trí cách xa nền đường quá vì như vậy sẽ làm hạn chế tác dụng của rãnh đỉnh.

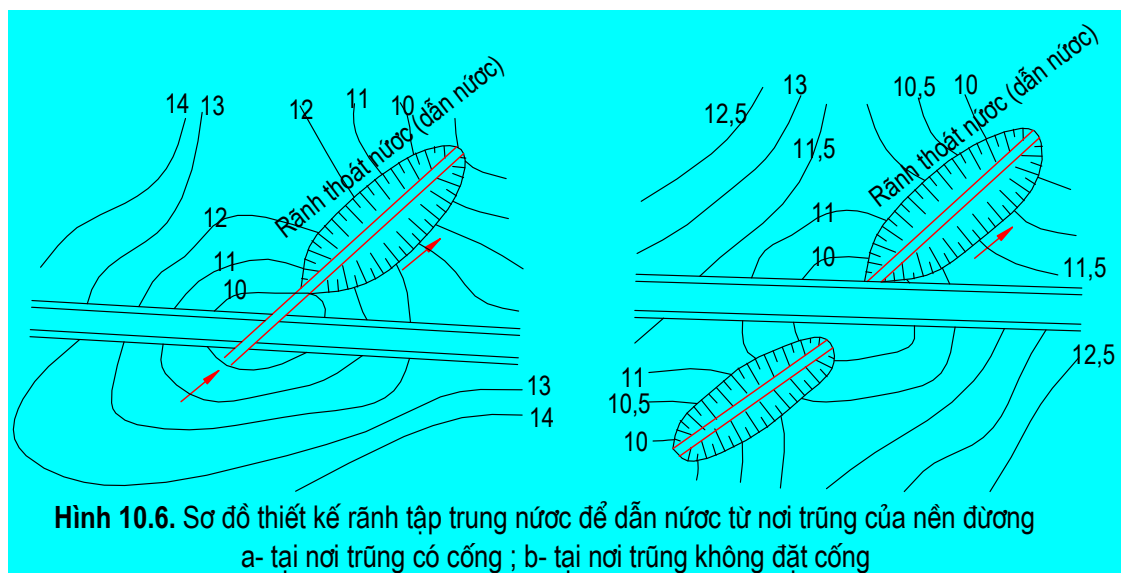


Hình 10.5. Rãnh đỉnh ở nền đường đắp

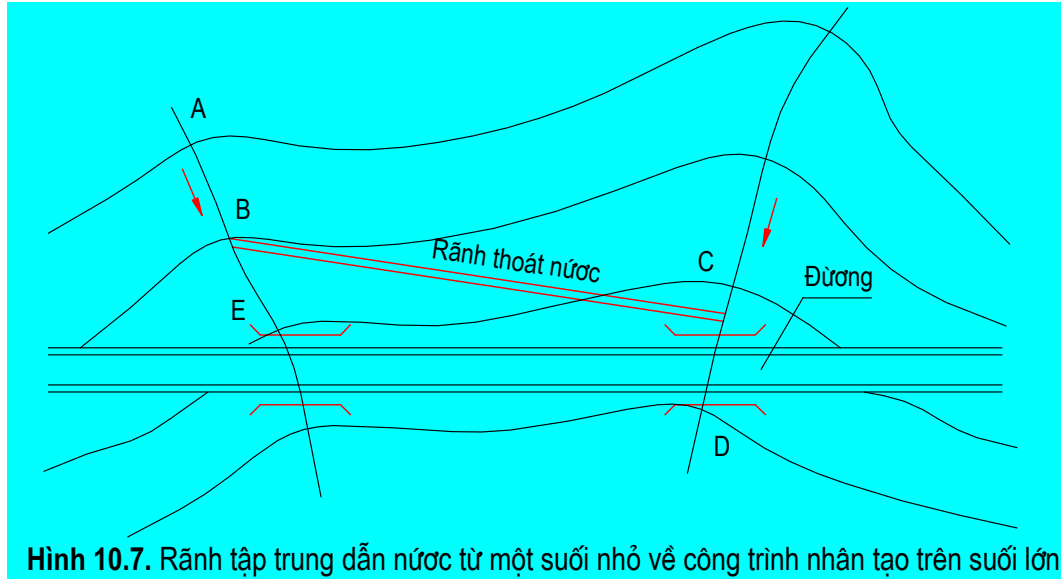
### 1.2.3 Rãnh dẫn nước (Rãnh tập trung nước):

◆ Mục đích:

- Để dẫn nước từ các nơi trung cục bộ về công trình thoát nước gần nhất
- Dẫn nước từ rãnh dọc, rãnh đỉnh về chỗ trũng hay về cầu, cống
- Để nối tiếp giữa sông, suối với thượng và hạ lưu cống



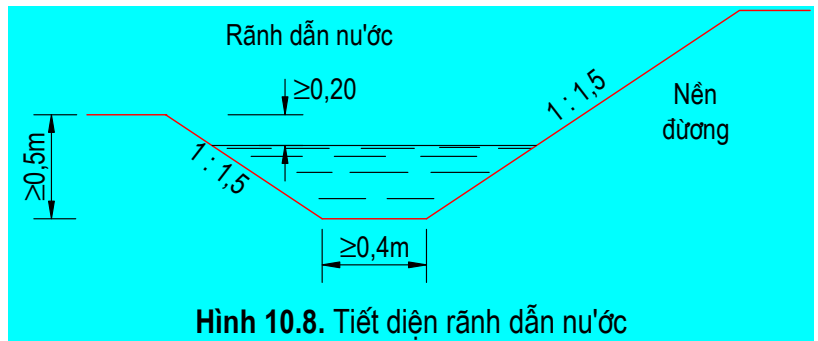
Hình 10.6. Sơ đồ thiết kế rãnh tập trung nước để dẫn nước từ nơi trũng của nền đường  
a- tại nơi trũng có cống ; b- tại nơi trũng không đặt cống



◆ Nguyên tắc thiết kế và cấu tạo:

- Rãnh dẫn nước không nên thiết dài quá 500m để tránh nước đọng trong rãnh quá lâu
- Đất đào từ rãnh được đắp thành con đê nhỏ dọc theo rãnh, bề mặt dốc ngang 2% về phía rãnh
- Nếu rãnh thoát nước bố trí dọc theo nền đường thì yêu cầu mép rãnh phải cách chân taluy nền đường ít nhất (3 ÷ 4)m, giữa rãnh và nền đường có đê bảo vệ cao (0,5 ÷ 0,6)m.
- Tiết diện rãnh: có dạng hình thang với kích thước được xác định cụ thể theo tính toán thủy lực rãnh.

\* Chiều sâu rãnh không nên nhỏ hơn 0,5m. Về quan điểm kinh tế và thi công nên thiết kế chiều sâu rãnh từ (0,8 ÷ 1,0)m, không nên sâu quá 1,5m.



- \* Chiều rộng đáy không nhỏ hơn 0,4m
- \* Mép bờ rãnh phải cao hơn mực nước chảy trong rãnh ít nhất là 0,2m.
- Hướng của rãnh dẫn nước nên chọn càng thẳng càng tốt. Ở những nơi chuyển hướng, bán kính đường cong phụ thuộc kích thước của rãnh, được lấy giá trị từ (10 ÷ 20)B đồng thời không được nhỏ hơn 10m.

Trong đó: B(m) là chiều rộng đáy trên của rãnh dẫn nước

**Mở rộng:** Phân biệt rãnh đỉnh và rãnh dẫn nước?

- Rãnh đỉnh là rãnh được bố trí để đón và thoát nước của sườn lưu vực. Do đó, thực tế thường bố trí ở taluy dương của sườn dốc

- Rãnh dẫn nước được bố trí để dẫn nước từ rãnh biên hay rãnh đỉnh về chỗ trũng như sông, suối, ao, hồ hay về các công trình cầu, cống. Do đó, thực tế thường bố trí ở phía taluy âm của sườn dốc.

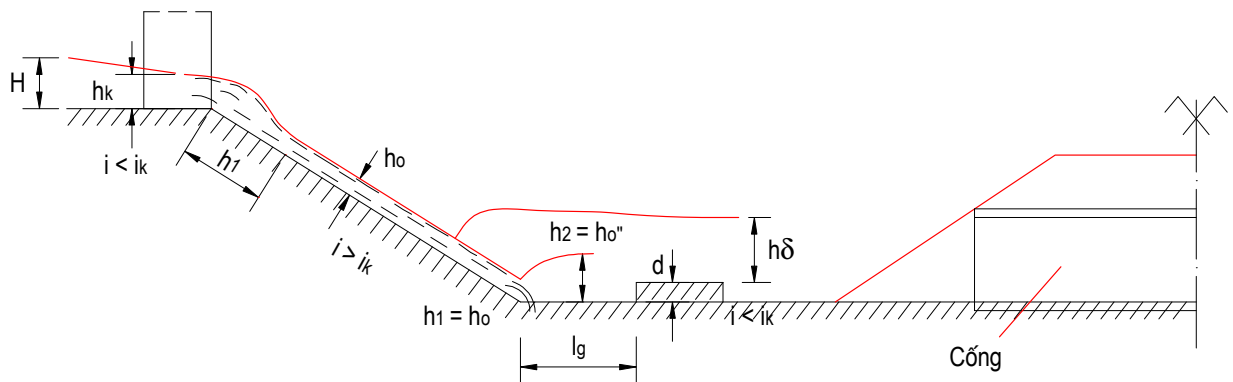
## 2.2. Dốc nước:

### 2.2.1. Cấu tạo: (Hình 10.16)

- Tiết diện ngang của dốc nước thường được thiết kế có dạng hình chữ nhật.  
- Kích thước tiết diện ngang của dốc nước được xác định theo tính toán thủy lực. Nó phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- + Lưu lượng thiết kế
- + Độ dốc của dốc nước
- + Tốc độ cho phép không xói của vật liệu làm dốc nước
- + Kích thước công trình nối tiếp với dốc nước

- Vật liệu làm dốc nước có thể làm bằng bê tông, bê tông cốt thép, đá xây  
- Để giảm tốc độ nước chảy ở dốc nước, đáy dốc nước có tạo các gờ nhám và ở cuối dốc nước thường làm bể (giếng) tiêu năng hay tường tiêu năng (Hình 10.16)



Hình 10.16. Sơ đồ tính dốc nước có giếng tiêu năng

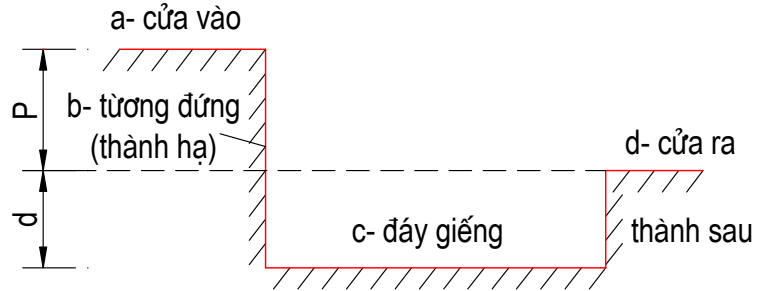
## 2.3. Thiết kế bậc nước:

### 2.3.1. Cấu tạo:

- Bậc nước có giếng tiêu năng cũng là một dạng rãnh (hay kênh) thoát nước nhưng có độ dốc lớn, thường được dùng khi không thể bố trí dốc nước được.

- Tiết diện của bậc nước thường được thiết kế dạng hình chữ nhật
- Vật liệu làm bậc nước thường là bê tông, bê tông cốt thép hoặc đá xây
- Cấu tạo của bậc nước có giếng tiêu năng gồm có các bộ phận sau: (Hình 10.17)

- + Cửa vào
- + Tường đứng hay còn gọi là thành hạ
- + Cửa ra có thể là dạng bậc đối với bậc nước một bậc tường tiêu năng đối với bậc nước nhiều bậc



Hình 10.17. Các yếu tố của bậc nước một bậc

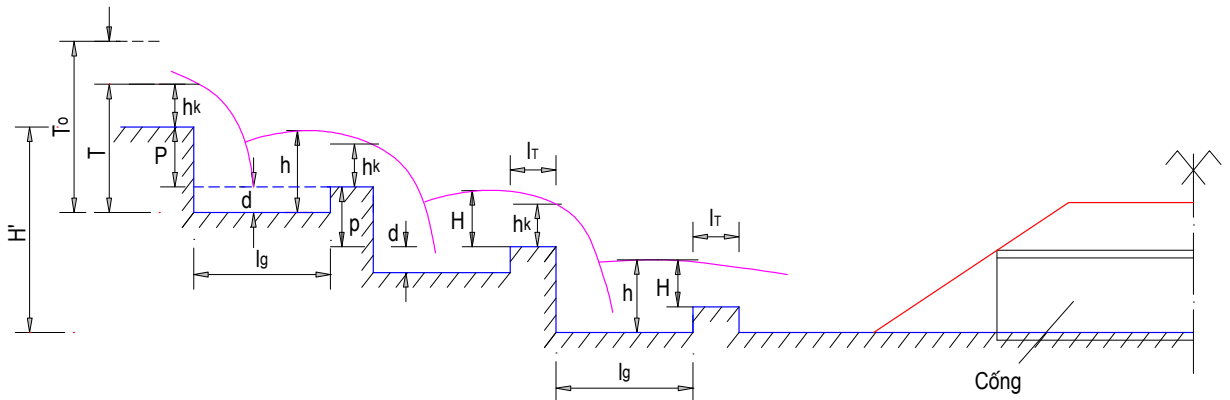
- + Thành sau

Trong đó:

$P$  (m): Gọi là chiều cao của bậc nước (là chênh cao giữa cửa vào và cửa ra)

$d$  (m): Chiều cao của tường tiêu năng

- Kích thước của bậc nước bao gồm: chiều rộng, chiều cao của bậc nước; chiều sâu, chiều dài của bể tiêu năng; chiều cao và chiều dài của tường tiêu năng được chọn theo tính toán thủy lực và tùy thuộc vào kích thước công trình nối tiếp với bậc nước.



Hình 10.18. Sơ đồ tính bậc nước có giếng tiêu năng

### 3. Chú ý:

- Trong quy hoạch thoát nước đường ô tô nói chung, tần suất tính toán thủy văn (lưu lượng) cho các công trình trên đường bao gồm cầu, cống, kè, rãnh, ... được lấy theo quy định của tiêu chuẩn Việt Nam TCVN4054-05 phụ thuộc vào cấp thiết kế của đường. Cụ thể như *Bảng 10.5*

**Bảng 10.5:** (Bảng 30/tr130 TCVN4054-05)

**Tần suất tính toán thủy văn các công trình trên đường ô tô**

Tên công trình	Cấp thiết kế của đường		
	Cao tốc	Cấp I, II	Cấp III ÷ VI
- Nền đường, kè	Theo tần suất tính toán cầu hoặc cống		
- Cầu lớn và cầu trung	1	1	1
- Cầu nhỏ, cống	1	2	4
- Rãnh đỉnh, rãnh biên	4	4	4

**Ghi chú:** - Cầu lớn:  $L_c \geq 100m$

- Cầu trung  $25m \leq L_c < 100m$

- Cầu nhỏ  $L_c < 25m$

$L_c$  là khẩu độ tỉnh không thoát nước

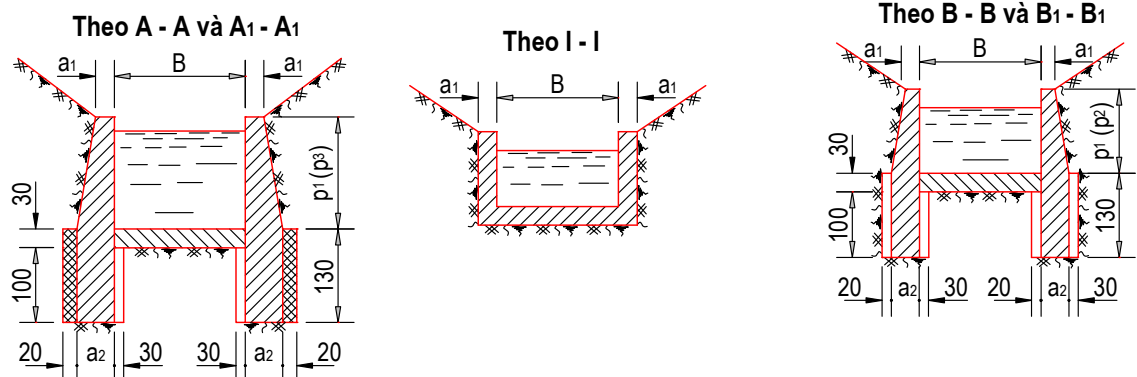
- Đối với dốc nước và bậc nước, tần suất tính toán lưu lượng thiết kế được lấy theo tần suất tính toán lưu lượng tính toán của công trình liên quan tới dốc nước và bậc nước.

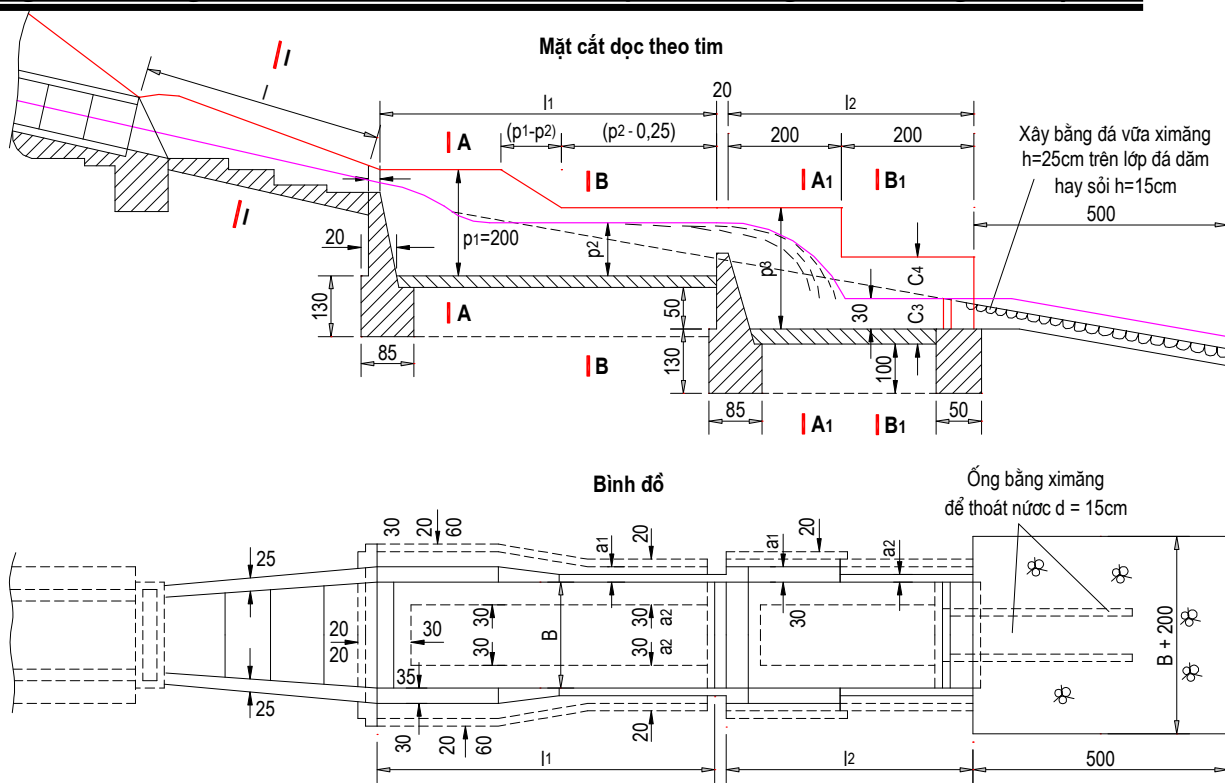
- Thông thường, cấu tạo của dốc nước và bậc nước được thiết kế theo các thiết kế điển hình (Hình 10.19, 10.20). Trường hợp không có các thiết kế điển hình phù hợp thì có thể tham khảo theo các quy định sau: + Chiều cao dốc nước và bậc nước cao hơn mực nước tính toán tối thiểu là 0,2m

+ Để chống trượt, mặt dưới của đáy dốc nước phải thiết kế chân khay cắm sâu vào đất từ (0,3 ÷ 0,5)m với khoảng cách từ (2,5 ÷ 4,0)m

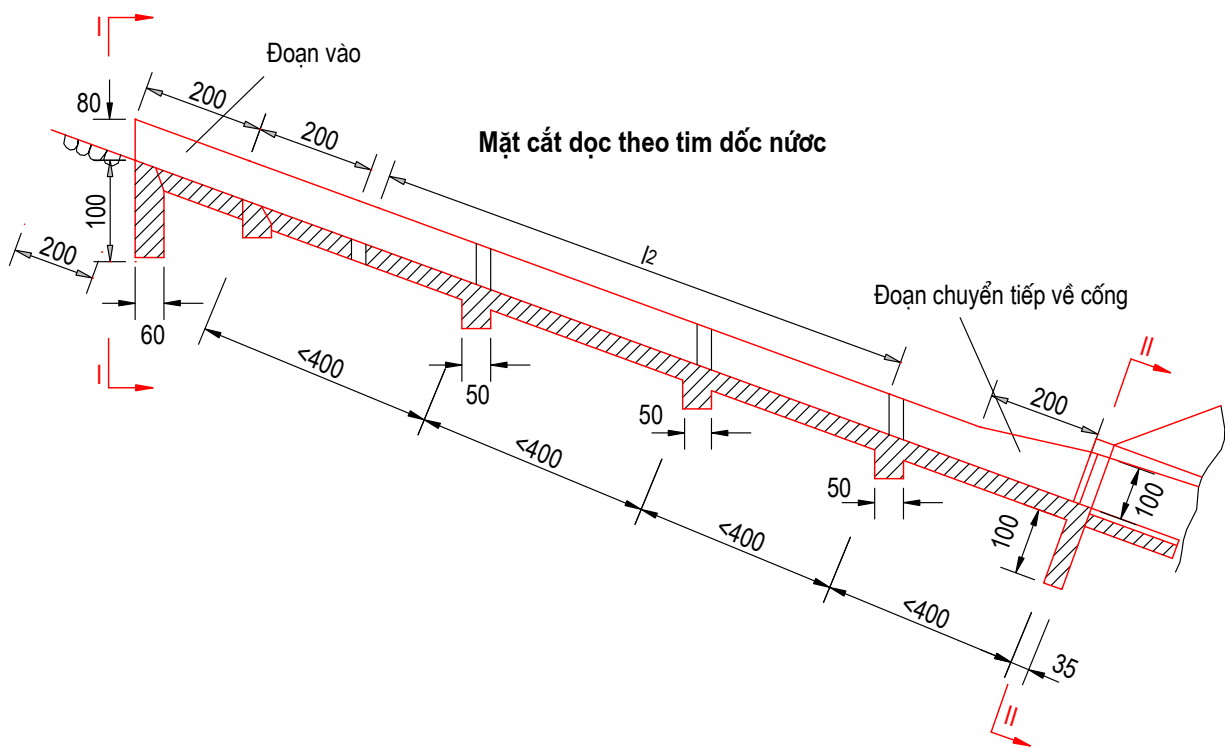
+ Độ dốc của dốc nước không nên dốc quá 1:1,5. Nếu lớn hơn độ dốc trên thì phải thiết kế bậc nước.

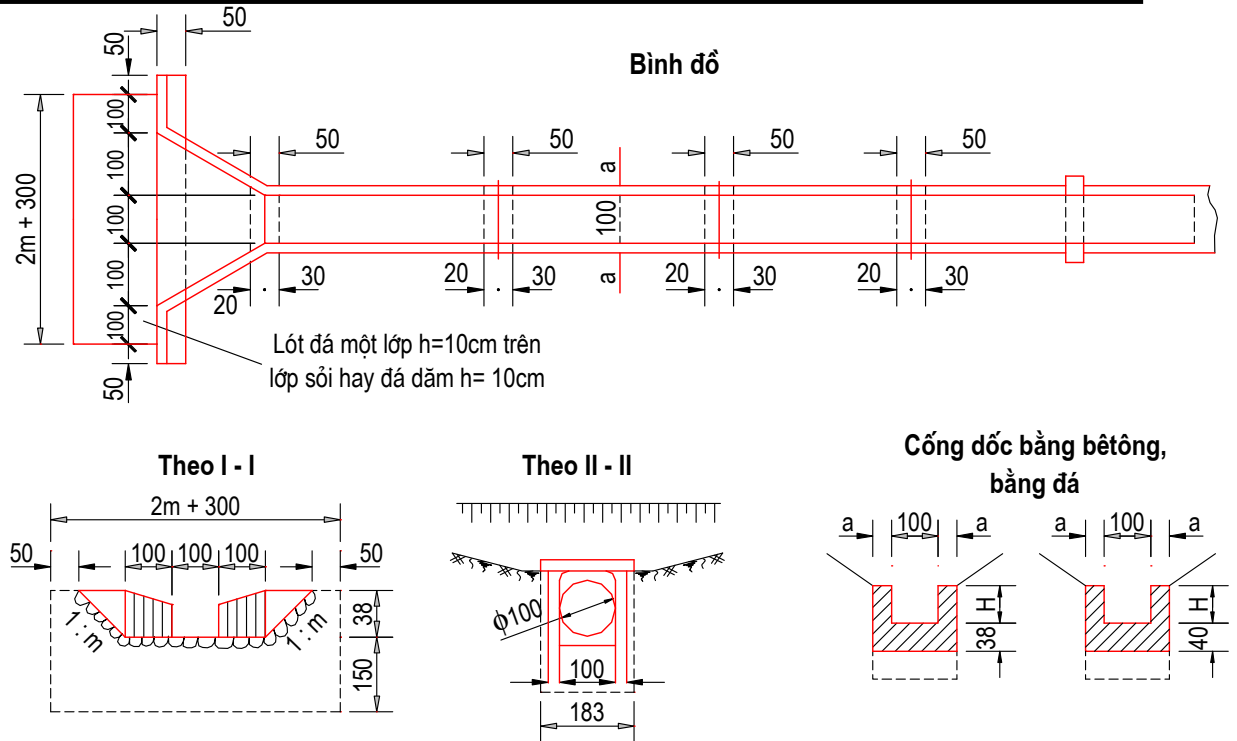
+ Bậc nước thường thiết kế với chiều cao mỗi bậc từ (0,3 ÷ 0,6)m và độ dốc mặt bậc (2÷3)%.





Hình 10.19. Cấu tạo bậc nước bằng bê tông sâu 1 - 2 m





Hình 10.20. Cấu tạo dốc nước có độ dốc không đổi

## Chương 4 : THIẾT KẾ CẢI TẠO ĐƯỜNG Ô TÔ

### §4.1 CƠ SỞ THIẾT KẾ CẢI TẠO ĐƯỜNG Ô TÔ

#### 4.1.1. Khái niệm:

+ Cải tạo - sửa chữa:

- Sửa chữa nhỏ - thường xuyên
- Sửa chữa vừa - trung tu
- Sửa chữa lớn - đại tu

Giữ nguyên tiêu chuẩn hình học của tuyến, của các hạng mục để sau khi cải tạo, sửa chữa những tiêu chuẩn này được đảm bảo.

+ Cải tạo - Nâng cấp: (Reconstruction) xây dựng lại theo tiêu chuẩn mới cao hơn, vốn đầu tư nhiều hơn.

#### 4.1.2. Căn cứ cải tạo nâng cấp

2.1 Lưu lượng xe chạy tăng cần phải mở rộng nền, mặt, quá trình khai thác các yếu tố hình học và cơ học không giữ được như ban đầu.

2.2 Vòng tránh tuyến qua các khu dân cư, đô thị

2.3 Thành phần dòng xe thay đổi: xe con nhiều đòi hỏi tốc độ cao, xe tải nặng nhiều kết cấu áo đường phải gia cường để phù hợp vận chuyển chuyên dụng. Làm đường giành riêng cho hệ thống giao thông công cộng.

2.4 Dòng chảy thay đổi, thủy văn thay đổi các công trình thoát nước không đáp ứng khả năng thoát nước dẫn đến bị hư hỏng.

2.5 An toàn giao thông kém.

2.6 Do qui hoạch mới thay đổi dẫn đến phân bố lại dòng xe có thể gây ùn tắc tại các nút giao nhau nên cần phải thiết kế tổ chức điều khiển giao thông trên nút, xây dựng nút lập thể.

#### **4.1.3. Nguyên tắc chung**

- Tận dụng triệt để kết cấu, hạng mục hiện có
- Hạn chế thay đổi hướng tuyến nếu không cần thiết.
- Phối hợp chặt chẽ các cơ quan liên quan: Sở Xây dựng, Sở Kiến trúc, đường sắt, hàng không, đường thủy.
- Bỏ vốn đầu tư cải tạo, nâng cấp phải hiệu quả, bền vững hơn, mỹ thuật hơn, an toàn giao thông hơn và phải áp dụng những tiến bộ KHKT tiên tiến.

#### **4.1.4. Đặc điểm:**

- Công tác đo đạc, khảo sát phục vụ thiết kế được tiến hành khi công trình đang khai thác.
- Đánh giá hiện trạng toàn bộ công trình thông qua các chỉ tiêu: hình học, cơ học, thống kê lâu dài, tỷ mỉ, đảm bảo độ tin cậy từ các đại lượng ngẫu nhiên.

## **§4.2 NỘI DUNG THIẾT KẾ CẢI TẠO ĐƯỜNG Ô TÔ**

### **4.2.1 Thiết kế cải tạo tuyến (bình đồ) :**

- Khi cải tạo tuyến cần bỏ những đoạn tuyến ngoằn ngoèo không hợp lý làm cho xe phải chạy dài hơn và dễ xảy ra tai nạn.
- Cải tạo những đoạn tuyến mà lái xe không rõ hướng tuyến tiếp theo .
- Cải tạo những đường cong nằm có bán kính nhỏ không đảm bảo tầm nhìn.

#### **Cần chú ý các điểm sau :**

- Đối với các tuyến đường sau khi cải tạo có cấp đường tương đương cấp I khi thiết kế cải tạo không nên cho hướng tuyến đi qua khu dân cư (an toàn, tăng tốc độ xe chạy).

- Đối với các tuyến đường sau khi cải tạo có cấp đường tương đương cấp II khi thiết kế cải tạo cho phép sử dụng hướng tuyến mới trùng với hướng tuyến cũ khi các chỉ tiêu kỹ thuật của tuyến cũ tương đương các chỉ tiêu kỹ thuật tuyến mới

- Đối với các tuyến đường địa phương ( $V_{TK}$  nhỏ) không nhất thiết phải cải tạo bình đồ.

- Đối với các tuyến đường cấp III và cấp IV không hạn chế việc tận dụng hướng tuyến cũ (tận dụng càng nhiều càng tốt)

#### 4.2.2 Cải tạo nền đường:(mở rộng)

4.2.2.1 Đối với đường ở vùng đồng bằng :

+ Mở rộng cả 2 bên :

+ Mở rộng 1 bên :

4.2.2.2 Đối với đường ở vùng đồi , núi : nên mở rộng về phía ta luy đào .

#### 4.2.3 Thiết kế cải tạo trắc dọc : cần cải tạo những đoạn tuyến sau.

- Những đoạn tuyến có cao độ đường đồ thấp ,không đảm bảo CĐTN của nền đường .

- Những đoạn tuyến có độ dốc dọc nhỏ và chiều dài đoạn dốc ngắn.

- Những đoạn tuyến có độ dốc dọc lớn và chiều dài đoạn dốc lớn

- Những đường cong đứng có R nhỏ

\*.Các chỉ tiêu kỹ thuật của đường cứu nạn :

+ Vị trí đường cứu nạn : nên bố trí bên phải tuyến theo chiều xe xuống dốc , khi không thể bố trí bên phải thì cho phép bố trí bên trái .

+ Chiều dài đường cứu nạn :

$$L = \frac{V^2}{2g(f_{tb} \pm i_{tb})}$$

$$V = \sqrt{2.g.l.(f - i) + V_0^2}$$

V : Tốc độ xe ở đầu đường cứu nạn

$V_0$ : Tốc độ xe lúc mất thăng (phanh)

- Có thể lấy theo biểu đồ tốc độ xe chạy lý thuyết

- Lấy theo tình trạng mặt đường :

MĐ xấu  $V_0 = 20 - 30$  km/h

MĐ tốt  $V_0 = 30 - 40$  km/h

$f_{tb}$  : hệ số sức cản lăn trung bình :

$$f_{tb} = \frac{f_1 l_1 + f_2 l_2 + f_3 l_3}{l_1 + l_2 + l_3}$$

$i_{tb}$  : độ dốc dọc trung bình của đường cứu nạn

$$i_{tb} = \frac{i_1 l_1 + i_2 l_2 + i_3 l_3}{l_1 + l_2 + l_3}$$

+ Bán kính tối thiểu của đường cong nằm :

$$R_{\min}^{sc} = \frac{V^2}{127(\mu + i_{\acute{e}c}^{\max})}$$

$$i_{sc}^{\max} = 8\%$$

$$\mu = 0.24$$

$$R_{\min}^{sc} = 0.0246V^2$$

+ Bề rộng nền - mặt đường :

- Khi đường chính từ cấp I - III thì :

$$B_n = 12m, B_m = 7m$$

- Khi đường chính từ cấp IV - V thì :

$$B_n = 9m, B_m = 5.5m$$

+ Kết cấu áo đường :

- Đoạn 1 : (5 - 10)m đầu tiên : tương đương vật liệu mặt đường chính.

- Đoạn 2 : (10 - 20)m cuối cùng : cát hạt thô  $h=40\text{cm}$ , đồng cát H cao 1m

- Đoạn 3 :

+ Đá dăm 4x6, dày  $d=(20 - 25)\text{cm}$  hoặc

+ Cuội sỏi đồng đều hạt, dày  $d=(20 - 25)\text{cm}$

#### 4.2.4 Cải tạo gia cường kết cấu áo đường: (Renforcement des chaussées)

\*Cơ sở :

+ Căn cứ vào bề rộng và chất lượng của mặt đường cũ, tên tuổi các lớp VL, chiều dày  $h_i$ , chỉ tiêu cơ lý và biến dạng các lớp VL cũ...

+ Căn cứ mô đun đàn hồi của nền đường ( $E_0$ ) và của toàn bộ KCAĐ cũ  $E_{ch}$ .

+ Căn cứ mô đun đàn hồi yêu cầu của KC áo đường mới.

**\* Phân tận dụng**

+ Hiện trạng mặt đường cũ, đánh giá mức độ hư hại

+ Xác định E để xem đoạn nào có khả năng tận dụng, đoạn nào phải đào bỏ đi.

**\* Phân mở rộng :**

+ Môđun đàn hồi nền đường  $E_0$ , vật liệu nền đường, độ chặt nền đường.

- Căn cứ lưu lượng xe chạy tính toán (tải trọng trục) xác định  $E_{yc}$

- Từ  $E_{yc}$  đề xuất các lớp vật liệu trên mặt đường cũ

- Phân mở rộng : biết  $E_0$ , chọn kết cấu và chiều dày các lớp móng để  $E_{ch} > E_{yc} \cdot K_{du}$  trừ

**\* Xác định môđun đàn hồi mặt đường cũ : Dùng cần đo Benkenmal để đo độ võng**  
đàn hồi KCAĐ cũ

+ Cứ khoảng 50m đo 1 điểm, cách mép phần xe chạy 1 - 1,5m

+ Chia ra những đoạn có môđun đàn hồi tương đương nhau .

+ Lấy  $E_{TBmin}$  trong từng đoạn

## CHƯƠNG 7 : PHÂN TÍCH HIỆU QUẢ KINH TẾ DỰ ÁN ĐƯỜNG Ô TÔ

### 7.1 CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

#### 7.1.1 Ý nghĩa của việc phân tích hiệu quả kinh tế :

- Lập dự án đầu tư xây dựng một tuyến đường: phải chứng minh được hiệu quả kinh tế xã hội của việc bỏ vốn đầu tư vào xây dựng một tuyến đường hoặc cải tạo nâng cấp tuyến đường cũ so với phương án không xây dựng, hoặc không cải tạo nâng cấp.

- Nhờ phân tích các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật - xã hội của từng phương án giúp ta chọn phương án tuyến tối ưu .

- Chọn các tiêu chuẩn hình học của đường, các phương án **kết cấu nền- mặt đường, công trình thoát nước và các công trình trên đường** cũng đều phải thông qua so sánh kinh tế kỹ thuật để chọn phương án tối ưu.

#### 7.1.2 Các khái niệm cơ bản dùng trong phân tích HQKT dự án đường ô tô.

$E_{tc}$ : Hệ số hiệu quả kinh tế tiêu chuẩn:  $E_{tc}$

$E_{td}$ : Hệ số hiệu quả kinh tế tiêu chuẩn dùng để tính đổi:  $E_{td}$

Hiệu quả kinh tế tương đối dùng để so sánh các PA:  $E_{t\text{ tương đối}}$

Hiệu quả kinh tế tuyệt đối dùng để đánh giá hiệu quả VĐT của PA chọn:  $E_{\text{tuyệt đối}}$ .

Hệ số qui đổi chi phí về năm gốc (năm 0):  $p_t = 1 / (1 + E_{td})^t$  hoặc  $p_t = (1 + E_{td})^{-t}$

Thời gian hoàn vốn tiêu chuẩn:  $T_{hv} = 1 / E_{tc}$

Phân biệt lợi ích - lợi nhuận

#### 7.1.3 Phân tích hiệu quả kinh tế và phân tích hiệu quả tài chính của một DA đường ô tô.

*Phân tích HQKT (gọi tắt là PT kinh tế) là tính toán phân tích xem cả cộng đồng phải bỏ ra bao nhiêu chi phí và thu lại bao nhiêu lợi ích trong suốt quá trình XD và khai thác DA (đối tượng hưởng lợi ích là toàn cộng đồng)*

*Phân tích HQTC (gọi tắt là PT tài chính) là tính toán chi phí của chủ đầu tư có xét giá thị trường, thuế, lãi vay, tỷ lệ lạm phát, hối đoái và lợi nhuận (thu lại) chỉ là tổng số tiền thu phí dự kiến, khai thác quỹ đất 2 bên, và các DA BOT*

**Nếu chỉ xét về mặt KT thì trong mọi trường hợp PA chọn là PA có HQKT cao nhất --> PTKT là cơ sở quan trọng để quyết định chọn PA đầu tư và mục đích cuối cùng là đánh giá tính khả thi của DA chọn.**

### **7.1.3 Các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật sử dụng khi so sánh các phương án đường ô tô :**

#### **Nhóm các chỉ tiêu kỹ thuật :**

- Chiều dài tuyến, hệ số triển tuyến
- Số lượng đường cong nằm, đứng
- Trị số R nằm min, R đứng min
- Trị số độ dốc dọc của đường: dốc lớn nhất,  $L_{dmax}$ ...
- Điều kiện đảm bảo tầm nhìn, đảm bảo an toàn giao thông

#### **Nhóm các chỉ tiêu kinh tế và khai thác :**

- Tốc độ xe chạy trung bình VTB, thời gian xe chạy TTB ..., hệ số tai nạn tổng hợp Ktn, hệ số an toàn Kat và KNTH và hệ số mức độ phục vụ Z.
- Khối lượng xây dựng công trình
- Mức độ phức tạp khi thi công
- Giá thành xây dựng
- Tình hình cung cấp nguyên vật liệu dọc tuyến
- Chi phí vận doanh khai thác
- **Tổng chi phí xây dựng và khai thác tính đổi về năm gốc Ptd.**
- **Các chỉ số về lợi ích, chi phí NPV, IRR, BCR , thời gian hoàn vốn Thv.**

#### **Các chỉ tiêu để đánh giá chọn phương án :**

- Giá thành xây dựng ban đầu : K0 (đồng)
- Chi phí cải tạo, đại tu, trung tu, sửa chữa thường xuyên : Kct, Kđ, Ktr Cđt.
- Chi phí hàng năm cho công tác vận chuyển : Cvct
- Hiệu quả kinh tế mang lại cho nền kinh tế quốc dân do việc làm đường mới hoặc cải tạo, nâng cấp đường cũ.
- Tổng chi phí xây dựng và khai thác quy đổi về năm gốc (phương án nào có Ptd nhỏ hơn sẽ tối ưu hơn)
- Chỉ tiêu về khối lượng của các loại vật liệu đất tiền.
- Mức độ phức tạp khi thi công, khả năng cơ giới hóa thi công.
- Tính năng kỹ thuật của từng phương án.

## 7.2 PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH HIỆU QUẢ KINH TẾ (HOẶC HQTC) DỰ ÁN ĐƯỜNG Ô TÔ

1. Theo qui trình TKAD mềm 22TCN 211 (Nga, VN): Ptd---> min
  2. Theo tiêu chuẩn Tây Âu, Bắc Mỹ: NPV, IRR, BCR...
- Ưu nhược điểm ???**

### 7.2.1 PHƯƠNG PHÁP PT TỔNG CHI PHÍ XD VÀ KHAI THÁC TÍNH ĐỔI

#### 1. Khi so sánh chọn phương án KCAĐ :

$$P_{td} = K_{td} + \sum_{t=1}^{T_s} \frac{C_t}{(1 + E_{td})^t} \quad (7.1)$$

$K_{td}$  : tổng chi phí xây dựng tập trung quy đổi về năm gốc.

$$K_{td} = K_0 + \sum_{t=1}^{n_{ct}} \frac{K_{ct}^i}{(1 + E_{td})^{t_c}} + \sum_{t=1}^{n_d} \frac{K_d^i}{(1 + E_{td})^{t_d}} + \sum_{t=1}^{n_{tr}} \frac{K_{tr}^i}{(1 + E_{td})^{t_{tr}}} \quad (7.2)$$

Trong đó :

$n_{ct}$ ,  $n_d$ ,  $n_{tr}$  : số lần cải tạo, đại tu và trung tu của phương án.

$t_{ct}$ ,  $t_d$ ,  $t_{tr}$  : thời gian cải tạo, đại tu và trung tu KCAĐ tính từ lúc bắt đầu đưa công trình vào sử dụng .

$K_{ct}$ ,  $K_d$ ,  $K_{tr}$  : chi phí cải tạo, đại tu và trung tu của phương án.

$K_0$  : chi phí XD ban đầu ( lấy theo dự toán )

$K_{ct}$  ,  $K_d$  ,  $K_{tr}$  :phụ thuộc vào loại mặt đường và chi phí XD ban đầu  $K_0$  , các chi phí này lấy theo 22TCN 211-06:

Loại tầng mặt áo đường	Khoảng thời gian (năm)		Tỉ lệ chi phí sửa chữa so với vốn đầu tư ban đầu (%K0)		
	Đại tu	Trung tu	Đại tu	Trung tu	Sửa chữa t. xuyên
Bê tông nhựa	10-15	5	42	5.1	0.55
Đd trộn nhựa	10	4	48.7	7.9	0.98
Thảm Nhập nhựa	4-8	4	49.6	8.7	1.92
Đá dăm	5	3	53.1	9.0	1.6
Cấp phối	5	3	55	10.0	1.8
BTXM	25	8	34.5	4.1	0.3

$\sum_{t=1}^{T_s} \frac{C_t}{(1 + E_{td})^t}$  : Chi phí khai thác quy đổi về năm gốc

$$\sum_{t=1}^{T_s} \frac{C_t}{(1 + E_{td})^t} = \sum_{t=1}^{T_s} \frac{C_t^d}{(1 + E_{td})^t} + \sum_{t=1}^{T_s} \frac{C_t^{VC}}{(1 + E_{td})^t} \quad (7.3)$$

$T_s$  : thời gian so sánh (thông thường lấy bằng thời gian đại tu của phương án đắt tiền (bền vững hơn).

$C_t^d$  : chi phí duy tu, SCTX hằng năm ở năm thứ  $t$

$C_t^{VC}$  : chi phí vận chuyển ở năm thứ  $t$

$$C_t^{VC} = S_t \cdot Q_t \cdot L \quad (7.4)$$

$S_t$  : giá thành vận chuyển 1 tấn hàng đi 1km ở năm thứ  $t$

$$S_t = \frac{P_{bd}}{\beta \gamma} + \frac{P_{bd} + d}{\beta \gamma \bar{V}} \quad (\text{đồng/tấn.km})$$

$Q_t$  : lượng hàng hoá vận chuyển năm thứ  $t$

$$Q_t = 365 \cdot N_t \cdot \gamma \cdot \beta \cdot G_{tb}$$

$\gamma$  hệ số lợi dụng tải trọng phụ thuộc loại hàng, ( $\gamma = 0,90 - 0,95$ )

$N_t$  : lưu lượng xe chạy (xe/ng.đêm)

$\beta$  : hệ số lợi dụng hành trình của các loại xe tham gia vận chuyển.

$P_{bd}$  : chi phí biến đổi trung bình trong 1 km hành trình ô tô (đồng/xe.km)

$$P_{bd} = \lambda \cdot e \cdot r$$

$e$  : lượng tiêu hao nhiên liệu trung bình của 1 xe cho 1km (lít/xe.km)

$r$  : giá nhiên liệu (đồng/lít)

$\lambda$  : Tỷ lệ chi phí biến đổi so với chi phí nhiên liệu :

$$\lambda = (2,6 \div 2,8)$$

$P_{cđ}$  : Chi phí cố định trung bình trong 1 giờ cho 1 ô tô (đồng/xe.giờ), (xác định theo các định mức của các xí nghiệp ô tô )

$\bar{V}$  : Tốc độ xe chạy trung bình, khi tính toán lấy bằng 0,7 tốc độ kỹ thuật của xe.  $\bar{V} = 0,7V_{kt}$

$V_{kt}$  : (lấy theo “22TCN 211-93” nhưng phải xem xét thực tế vì các trị số hướng dẫn này rất nhỏ so với thực tế hiện nay)

## **2 Khi so sánh chọn phương án tuyến :**

### **2.1 Công thức tính toán :**

$$P_{td} = K_{td} + \sum_{t=1}^{T_s} \frac{C_t}{(1 + E_{td})^t}$$

$$K_{td} = K_0 + \frac{K_c}{(1 + E_{td})^{t_c}} + \sum_{i=1}^{n_d} \frac{K_d^i}{(1 + E_{td})^{t_d^i}} + \sum_{i=1}^{n_r} \frac{K_{tr}^i}{(1 + E_{td})^{t_{tr}^i}} + K_0^d + K_0^q + \sum_{t=1}^{T_s} \frac{\Delta K_t^q}{(1 + E_{td})^t} + K_0^s + \sum_{t=1}^{T_s} \frac{\Delta K_t^s}{(1 + E_{td})^t} + K_0^{th} + \sum_{t=1}^{T_s} \frac{\Delta K_t^{th}}{(1 + E_{td})^t} + \sum_{t=1}^{T_s} \frac{C_t}{(1 + E_{td})^t} \quad (7.5)$$

**Trong đó :**

$K_{td}$  : tổng chi phí xây dựng tập trung quy đổi về năm gốc :

$K_0$  : chi phí xây dựng ban đầu bao gồm chi phí xây dựng nền đường, mặt đường và các loại công trình trên đường.

$K_{ct}, K_d, K_{tr}$  : chi phí cải tạo, đại tu và trung tu của phương án trong thời gian so sánh (cải tạo nền đường, mặt đường và công trình)

$n_{ct}, n_d, n_{tr}$  : số lần cải tạo, đại tu và trung tu trong thời gian so sánh

$t_{ct}, t_d, t_{tr}$  : thời gian kể từ năm gốc đến lúc cải tạo, đại tu và trung tu (năm)

$T_s$  : thời gian so sánh PA tuyến  $T_s = 10; 15; 20$  năm tùy thuộc cấp đường.

$K_0^d$  : chi phí đền bù do đường chiếm dụng đất nông nghiệp

$K_0^q$  : tổng vốn lưu động thường xuyên trong quá trình khai thác ở năm đầu tiên.

$$K_0^q = \frac{Q_0 \cdot D \cdot T}{365}$$

$Q_0$  : lượng hàng hóa cần vận chuyển ở năm đầu tiên (T)

$D$  : giá thành trung bình vận chuyển 1 tấn hàng (đồng/tấn)

$T$  : tổng thời gian hàng năm trong quá trình vận chuyển. (ngày-đêm)

$$T = \frac{365 \cdot L}{24 \cdot 0,7 \cdot V}$$

$L$  : cự ly vận chuyển (chiều dài tuyến đường Km)

$V$  : tốc độ xe chạy trung bình trên tuyến, lấy theo biểu đồ tốc độ xe chạy lý thuyết .

$\Delta K_t^q$  : số vốn lưu động bỏ thêm vào hàng năm do lưu lượng xe chạy tăng lên.

$$\Delta K_t^q = \frac{(N_t - N_0) K_0^q}{N_0}$$

$K_{0oto}$ : chi phí để xây dựng các cơ sở phục vụ vận tải ô tô : trạm sửa chữa, ga ra . .

$\Delta K_t^{otô}$  : chi phí bỏ thêm hàng năm để đầu tư sửa chữa các cơ sở phục vụ ô tô chạy trên tuyến

$$\Delta K_t^{otô} = \frac{(N_t - N_0) \cdot K_0^{otô}}{N_0}$$

$K_0^{th}, K_{os}$  : các chi phí đầu tư để xây dựng hệ thống đường sắt, đường thủy và chi phí thêm vào hàng năm để sửa chữa đường sắt, đường thủy (nếu có).

$C_t$  : các chi phí thường xuyên trong thời gian khai thác :

$$C_t = C_t^d + C_t^{VC} + C_t^{tn} + C_t^{tx} + C_t^{hk} + C_t^{khc} + C_t^{cht}$$

$C_t^d$  : chi phí thường xuyên cho sửa chữa đường ở năm thứ t

$C_t^{VC}$  : chi phí vận chuyển ở năm thứ t

$C_t^{tn}$  : tổn thất cho nền kinh tế quốc dân do tai nạn giao thông ở năm thứ t

$C_t^{tx}$  : tổn thất cho nền kinh tế quốc dân do tắc xe ở năm thứ t

$C_t^{hk}$  : tổn thất cho nền kinh tế quốc dân do hành khách mất thời gian đi trên đường ở năm thứ t

$C_t^{khc}$  : tổn thất cho nền kinh tế quốc dân ở năm thứ t do mạng lưới đường không hoàn chỉnh

$C_t^{cht}$  : chi phí chuyển tải hàng hóa từ phương tiện này sang phương tiện khác ở năm thứ t

### 2.2 Phương pháp xác định các chi phí thường xuyên :

$C_t^d$  : căn cứ vào dự toán hoặc có thể lấy bằng tỷ lệ % chi phí xây dựng ban đầu (giống KCAĐ)

$$C_t^{VC} = Q_t \cdot S_t \cdot L \text{ (đồng)}$$

$Q_t$  : lượng hàng hoá cần vận chuyển ở năm thứ t

$$Q_t = 365 \cdot \gamma \cdot \beta \cdot G_{tb} \cdot N_t$$

$\gamma$  : hệ số lợi dụng tải trọng  $\gamma = 0,90 - 0,95$

$N_t$  : lưu lượng xe chạy ở năm thứ t (xe/ng.đêm)

$\beta$  : hệ số lợi dụng hành trình ,  $\beta = 0,65$

$G_{tb}$  : trọng tải trung bình của các loại xe tham gia vận chuyển (căn cứ thành phần % lưu lượng xe)

$S_t$  : giá thành vận chuyển 1 tấn hàng đi 1 km (đồng/tấn.km)

L : quãng đường xe chạy (km)

$$C_t^{tn} = 365.10^{-8} \sum_{i=1}^n a_{ti} . m_{ti} . L_i . C_i . N_{ti}$$

$a_{ti}$  : số lượng tai nạn xảy ra trong 100 triệu ô tô/1km

$$a_{ti} = 0,009 . K_i^2 - 0,27K_i + 34,5$$

$K_i$  : hệ số tai nạn tổng hợp ở năm thứ t trên đoạn đường thứ i.

$L_i$  : chiều dài đoạn đường thứ i.

$N_{ti}$  : lưu lượng xe chạy ở năm thứ t trên đoạn đường thứ i (xe/ng.đêm)

$m_{ti}$  : hệ số mức độ thiệt hại của 1 vụ tai nạn giao thông ở năm thứ t trên đoạn đường thứ i.

$$m_{ti} = \prod_1^i m_i$$

Các  $m_i$  xác định từ bảng 4-7/P86 – tài liệu *Hướng dẫn TKĐ ô tô – Phan Cao Thọ NXB GTVT 1996*

$C_i$  : tổn thất trung bình cho 1 vụ tai nạn giao thông xảy ra trên đoạn đường thứ i ở năm thứ t .

$$C_t^{tx} = \frac{Q_t . D . t_{tx}}{288} E_{TC}$$

$Q_t$  : lượng hàng hóa do tắc xe ở năm thứ t (lượng hàng hóa ứ đọng)

$t_{tx}$  : thời gian tắc xe

D : đơn giá trung bình cho 1 tấn hàng phải dự trữ do tắc xe gây ra

$E_{TC}$  : hệ số hiệu quả kinh tế tiêu chuẩn.  $E_{TC}=0.1$

$$C_t^{hk} = 365 \left[ N_c^t \left( \frac{L}{V_c} + t_{ch}^c \right) H_c + N_b^t \left( \frac{L}{V_b} + t_{ch}^b \right) H_b \right] . C$$

$N_{ct}, N_{bt}$  : LL xe con, xe buýt ở năm thứ t

L : chiều dài quãng đường (km)

$V_c, V_b$  : vận tốc xe con, xe buýt

$t_{ch}^c, t_{ch}^b$  : thời gian chờ đợi của xe con, xe buýt.

C : tổn thất trung bình cho nền kinh tế quốc dân của hành khách trong 1 giờ (đồng/h.người) .

$C_t^{khc}$  : cho phép bỏ qua trong tính toán (chờ TK mới tuyến đường )

$$C_t^{cht} = Q_t . Z$$

$Q_t$  : lượng hàng hoá cần bốc dỡ ở năm thứ t

Z : chi phí bốc dỡ 1 tấn hàng (đồng/tấn)

## 7.2.2 PHƯƠNG PHÁP TÍNH THEO TIÊU CHUẨN TÂY ÂU- BẮC MỸ

### 7.2.2.1 Giá trị hiện tại thực tính đổi NPV (net present value)

$$NPV = \sum_{t=0}^n (B_t - C_t) p_t$$

(Bt-Ct): lợi ích dòng thu được ở năm thứ t

Bt (benefit): lợi ích của DA thu được năm t

$$B_t = \sum_{i=1}^9 B_t^i r_t$$

Có 2 trường hợp: ENPV và FNPV

NPV>0 DA có HQKT, DA nào có NPV lớn nhất là DA có HQKT nhất.

### 7.2.2.2 Suất thu hồi nội tại IRR ( Internal Rate Return)

## 7.3 ĐÁNH GIÁ CÁC PHƯƠNG ÁN TUYẾN THEO KHẢ NĂNG THÔNG HÀNH VÀ MỨC ĐỘ GIAO THÔNG THUẬN TIỆN

### 7.3.1 Năng lực thông hành thực tế của đường :

- Năng lực thông hành là suất dòng lớn nhất mà người và xe có thể thông qua 1 mặt cắt hay đoạn đường trong 1 đơn vị thời gian trong điều kiện nhất định về đường , giao thông và tổ chức giao thông.

Năng lực thông hành phụ thuộc vào điều kiện đường, điều kiện thời tiết, tốc độ thành phần dòng xe cũng như phụ thuộc đặc điểm tổ chức giao thông

- Do vậy năng lực thông hành thay đổi khá nhiều với các đoạn đường khác nhau  
- Nếu tuyến có năng lực thông hành thấp sẽ gây ùn tắc trở ngại cho giao thông trên tuyến. Vì thế khi so sánh các phương án thiết kế phải tính toán năng lực thông hành trên từng đoạn của mỗi phương án tuyến để kiểm tra mức độ đáp ứng nhiệm vụ thiết kế và đánh giá mức độ thuận lợi khi xe chạy đối với từng phương án.

- Năng lực thông hành tính theo 1 loại xe (thường là xe con), các loại xe khác tính đổi ra xe con theo hệ số tính đổi

- Để tính toán năng lực thông hành thực tế có thể áp dụng phương pháp của TSKH V.V.Xilianôp :

$$N_{tt}^i = N_{\max} \cdot \beta_1^i \beta_2^i \dots \beta_{13}^i \quad (\text{xe/h})$$

Trong đó :

$N_{max}$  : năng lực thông xe lớn nhất (xe/h)

$\beta_1^i$  : các hệ số xét đến ảnh hưởng của những điều kiện đường khác nhau làm giảm năng lực thông xe so với điều kiện xác định  $N_{max}$

- Khi tính toán năng lực thông hành thực tế lớn nhất  $N_{max} = (1800 - 2000) \times cqd/h/làn$

### 3.1 Hệ số sử dụng năng lực thông hành :

- Công thức xác định :

$$Z = \frac{N}{N_{tt}^i}$$

Trong đó :

$N$  : lưu lượng xe chạy thực tế trên đoạn thứ  $i$  tại thời điểm đánh giá mức độ thuận tiện.

$N_{tt}^i$  : năng lực thông hành thực tế xác định bằng công thức :

$$N_{tt}^i = N_{max} \cdot \beta_1^i \cdot \beta_2^i \cdot \dots \cdot \beta_{13}^i \quad (\text{xecon/h/làn})$$

- Như vậy khi  $Z$  lớn thì mật độ xe chạy trên đường lớn, sự cản trở lẫn nhau giữa các xe chạy trên đường lớn và mức độ giao thông thuận tiện giảm đi, ngược lại mức độ giao thông thuận tiện tăng lên.

## 7.4 ĐÁNH GIÁ CÁC PHƯƠNG ÁN TUYẾN THEO MỨC ĐỘ AN TOÀN GIAO THÔNG

Mức độ đảm bảo giao thông của từng đoạn tuyến có thể được đánh giá theo 2 phương pháp dựa vào hệ số tai nạn và hệ số an toàn của mỗi đoạn.

### **Hệ số tai nạn :**

- Hệ số tai nạn tổng hợp ( $K_{tn}$ ) được xác định bằng tích số của 14 hệ số tai nạn riêng biệt đối với từng yếu tố của tuyến có ảnh hưởng đến khả năng xảy ra tai nạn

$$K_{tn} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot \dots \cdot k_{14}$$

Trong đó  $k_i$  là tỉ số giữa số tai nạn trên 1 đoạn tuyến nào đó với số tai nạn xảy ra trên tuyến chuẩn (tuyến thẳng, không có dốc, bề rộng phần xe chạy 7,5m, lề rộng và có gia cố)

Các hệ số  $k_i$  được xác định như sau :

- Hệ số  $k_1$  xét đến ảnh hưởng của lưu lượng xe chạy  $N$  (xe/ng.đêm)

N (xe/ng.đêm)	500	2000	3000	5000	7000	>9000
Hệ số $k_1$	0,40	0,50	0,75	1,00	1,40	1,70

- Hệ số  $k_2$  xét đến bề rộng phần xe chạy và cấu tạo lề :

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

### Công trình đường ô tô -

### Bộ môn đường ô tô – đường thành phố

Bề rộng phần xe chạy (m)	4,5	5,5	6,0	7,5	≥8,5
Hệ số k2 (lề có gia cố)	2,20	1,50	1,35	1,00	0,80
Hệ số k2 (lề không gia cố)	4,00	2,75	2,5	1,50	1,00

- Hệ số k3 xét đến ảnh hưởng của bề rộng lề :

Bề rộng lề đường (m)	0,5	1,5	2,0	3,0
Hệ số k3	2,2	1,4	1,2	1,0

- Hệ số k4 xét đến ảnh hưởng của độ dốc dọc i:

Độ dốc dọc i(0/00)	20	30	50	70	80
Hệ số k4 (không dải phân cách)	1,00	1,25	2,50	2,80	3,00
Hệ số k4 (có dải phân cách)	1,00	1,00	1,25	1,40	1,50

- Hệ số k5 xét đến bán kính cong trên bình đồ R :

R (m)	≤50	100	150	200÷300	300÷600	1000÷2000	>2000
Hệ số k <sub>5</sub>	10,00	5,40	4,00	2,25	1,60	1,25	1,00

- Hệ số k6 xét đến tầm nhìn thực tế có thể đảm bảo được trên đường (bình đồ hoặc trắc dọc):

Tầm nhìn đảm bảo (m)	100	200	300	400	≥500
Hệ số k6 (trên bình đồ)	3,0	2,3	1,7	1,2	1,0
Hệ số k6 (trên trắc dọc)	4,0	2,9	2,0	1,4	1,0

- Hệ số k7 xét đến bề rộng phần xe chạy của cầu (thông qua r : hiệu số chênh lệch giữa khổ cầu và bề rộng phần xe chạy của đường) :

Hiệu số r (m)	<0	0	0 ÷ 1	>1
Hệ số k7	6,0	3,0	1,5	1,0

- Hệ số k8 xét đến ảnh hưởng chiều dài đoạn thẳng

Chiều dài đoạn thẳng (km)	3	5	10	15	20	≥25
Hệ số k8	1,0	1,1	1,4	1,6	1,9	2,0

- Hệ số k9 xét đến lưu lượng xe chạy (xe/ng.đêm) ở chỗ giao nhau cùng mức :

Lưu lượng xe (xe/ng.đêm)	<1000	1600÷3500	3500÷5000	5000÷7000
Hệ số k9	1,5	2,0	3,0	4,0

- Hệ số k10 xét đến ảnh hưởng của hình thức giao nhau khi có đường nhánh

Giao nhau khác mức	$K_{10}=0,35$
Giao nhau cùng mức nhưng lưu lượng xe chạy trên đường cắt chiếm (10% lưu lượng tổng cộng của cả 2 đường	$K_{10}=1,50$
Giao nhau cùng mức lượng xe chạy trên đường cắt chiếm (10(20)%	$K_{10}=3,00$
Giao nhau cùng mức lượng xe chạy trên đường cắt chiếm >20%	$K_{10}=4,00$

- Hệ số k11 xét đến ảnh hưởng của tầm nhìn thực tế đảm bảo được tại chỗ giao nhau cùng mức có đường nhánh :

Tầm nhìn (m)	>60	60 ÷ 40	40 ÷ 30	30 ÷ 20	< 20
Hệ số k11	1,00	1,10	1,65	2,50	10,00

- Hệ số k12 xét đến số làn xe chạy trên phần xe chạy :

Số làn xe (m)	2	3	4	4 (có dải phân cách)
Hệ số k12	1,00	1,50	0,80	0,65

- Hệ số k13 xét đến ảnh hưởng của khoảng cách từ nhà cửa 2 bên đường đến phần xe chạy :

Khoảng cách 15 - 20m, giữa có làn xe địa phương	$K_{13}=2,50$
Khoảng cách 5- 10m, giữa có vỉa hè	$K_{13}=5,00$
Khoảng cách 5m, giữa không có làn xe địa phương nhưng có vỉa hè	$K_{13}=7,50$
Khoảng cách 5m, giữa không có làn xe địa phương, không có vỉa hè	$K_{13}=10,00$

- Hệ số k14 xét đến ảnh hưởng của hệ số bám ( của mặt đường và tình trạng mặt đường:

Hệ số bám (	0,20 ÷ 0,30	0,40	0,60	0,70	0,75
Tình trạng mặt đường	Trơn	Khô	Sạch	Nhám	Rất nhám
Hệ số k14	2,50	2,00	1,30	1,00	0,75

- Ảnh hưởng của độ dốc siêu cao đến tai nạn giao thông, xác định thông qua việc tính bán kính tương đương  $R_{td}$  :

$$R_{td} = \frac{\varphi_R + i_R}{\varphi_{lc} + i_{lc}} R$$

Trong đó :

$\varphi_R, i_R$  : hệ số bám ngang và độ dốc ngang đoạn đường vòng bán kính R đang xét  
 $\varphi_{lc}, i_{lc}$  : hệ số bám ngang và độ dốc ngang đoạn đường lân cận với đoạn đường vòng

Với  $R_{td}$  ta xác định ảnh hưởng đến tai nạn giao thông thông qua hệ số k5.

Để đánh giá các phương án thiết kế đường về mức độ an toàn giao thông, ta chia bình đồ và trắc dọc tuyến thành từng đoạn và lần lượt tính các hệ số tai nạn riêng biệt tương ứng. Kết quả lập biểu đồ hệ số tai nạn dọc tuyến.

### **Hệ số an toàn :**

- Hệ số an toàn (Kat) của 1 đoạn tuyến được xác định bằng tỉ số giữa vận tốc xe có thể chạy được trên đoạn đang xét và vận tốc trên đoạn kế trước nó.

- Ý nghĩa của hệ số an toàn : hệ số này càng nhỏ thì chênh lệch vận tốc giữa 2 đoạn càng lớn và xác suất xảy ra tai nạn càng lớn.

- Tốc độ xe chạy để tính toán là vận tốc xe chạy lý thuyết xác định đối với ô tô du lịch. Vận tốc xe chạy trên đường cong nằm và đường cong đứng được tính theo các công thức dựa vào bán kính và giá trị giới hạn về hệ số bám ngang đảm bảo xe không bị lật

- Để xét tới trường hợp bất lợi nhất về an toàn, khi tính toán vận tốc cần thực hiện hiệu chỉnh như sau :

+ Không xét tới những chỗ hạn chế tốc độ do yêu cầu về tổ chức giao thông

+ Không xét tới chỗ hãm phanh để giảm tốc trước khi vào các đoạn có hạn chế tốc độ. Chỉ cần xác định được tốc độ tối đa ở cuối mỗi đoạn mà không cần xét tới điều kiện xe chạy ở các đoạn sau.

- Biểu đồ hệ số an toàn theo 2 chiều xe chạy sẽ được xác định nếu ta xác định được biểu đồ vận tốc xe chạy thường lập.. Nếu điều kiện xe chạy theo 2 chiều rất khác nhau thì ta chỉ cần vẽ và tính hệ số an toàn cho chiều có tốc độ cao nhất.

- Tiêu chuẩn đánh giá mức độ an toàn xe chạy theo hệ số an toàn :

$Kat \leq 0,4$  : rất nguy hiểm

$Kat = 0,4 - 0,6$ : nguy hiểm

$Kat = 0,6 - 0,8$  : ít nguy hiểm

$Kat > 0,8$  : không nguy hiểm

+ Khi thiết kế đường mới, phải đảm bảo mọi đoạn tuyến đều có  $Kat \geq 0,8$

+ Đối với đồ án cải tạo và đại tu đường, phải đảm bảo  $K_{at} \geq 0,6$

- Đối với tuyến đường đang khai thác, biểu đồ hệ số an toàn có thể được vẽ thông qua việc quan trắc vận tốc xe chạy thực tế trên các đoạn đường.

----- HẾT -----