

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM	QUY TRÌNH THỬ NGHIỆM XÁC ĐỊNH MÔĐUN ĐÀN HỒI CHUNG	22 TCN 251 - 98
BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI	CỦA ÁO ĐƯỜNG MỀM BĂNG CẦN ĐO VÒNG BENKELMAN	Có hiệu lực từ ngày 18/10/1998

## I. QUY ĐỊNH CHUNG

1.1. Quy trình kỹ thuật này quy định một phương pháp thử nghiệm xác định độ võng đàn hồi của kết cấu áo đường mềm bằng cần đo vòng Benkelman.

1.2. Quy trình kỹ thuật này thay thế cho Phụ lục 5 của 22 TCN 211 - 1993 "Phương pháp thử nghiệm và đánh giá cường độ áo đường mềm theo độ võng đàn hồi đo trực tiếp bằng cần đo".

## II. CÁC BƯỚC TIẾN HÀNH THỬ NGHIỆM

### 2.1. Công tác chuẩn bị

2.1.1. Chia đường thành các đoạn đồng nhất, chọn đoạn đại diện trên các đoạn đồng nhất:

- Chia đường thành các đoạn đồng nhất. Được coi là đồng nhất khi có các yếu tố sau đây giống nhau: loại hình mặt đường theo điều kiện địa hình, lượng thời tiết mặt áo đường, kết cấu áo đường, loại lớp đất nền trên cùng, lưu lượng xe cộ qua v.v... Các số liệu này sẽ được lưu trữ hồ sơ của đường ở các cơ quan quản lý và các số liệu thu thập được qua khảo sát thực tế ở hiện trường do nhóm chuyên gia có kinh nghiệm thực hiện dựa trên mẫu biểu số 1 (phần phụ lục).

- Chọn đoạn đại diện trên mỗi đoạn đồng nhất: Đoạn đại diện có chiều dài từ 700 - 1000m. Mỗi đoạn đại diện chọn lấy 20 điểm đo. Với những đoạn đồng nhất đặc biệt ngắn nhưng do có tính chất khác hẳn các đoạn xung quanh (điều kiện địa chất thay đổi phức tạp hoặc các đoạn cầu mềm yếu), thậm chí nhỏ hơn 100m cũng phải đo đủ tối thiểu 10 điểm.

2.1.2. Nếu tuyến đường cần đánh giá không có được các số liệu cơ sở để áp dụng cách chia đường thành các đoạn đồng nhất nêu ở mục 2.1.1 thì phải đo như sau:

+ *Đôi với thiết kế kỹ thuật:* Đo rải đều trên toàn tuyến với mật độ đo 20 điểm/1km (kích 4 - Phụ lục);

+ *Đôi với dự án khả thi và quản lý khai thác đường:* Mật độ đo 5 - 10 điểm/1km.

2.1.3. *Chọn vị trí các điểm đo:* Các điểm đo vòng thường được bố trí ở vết bánh xe phía ngoài cách mép mặt đường 0,5 - 1,2m là nơi thông thường có độ võng cao hơn các vết bánh phía trong. Trường hợp nếu quan sát bằng mắt thấy: lúc ở vết bánh xe phía trong, lúc lại ở vết bánh xe phía ngoài mặt đường có tình trạng xấu hơn, sẽ phải dùng 2 cần đo vòng, đo cùng một lúc ở cả 2 vết bánh xe để lấy trị số lớn hơn làm giá trị độ võng đại diện cho mặt cắt của làn xe đó. Với đường nhiều làn xe, khi quan sát bằng mắt thấy

trình trạng mặt đường trên các làn khác nhau, phải đo vòng cho làn xe yếu nhất. Trị số đo ở mỗi vị trí của làn xe đó sẽ đại diện cho độ võng tại mặt cắt ngang của đường (xem biểu số 3.4 - Phụ lục).

Tiến hành đánh dấu sơn vào vị trí cần đo. Điểm thứ nhất và điểm thứ 20 nên lấy trùng vào mặt cắt lý trình (cột Km hoặc các cọc cố đơn vị trăm mét - cọc H).

**2.1.4. Chuẩn bị cân đo vòng:** Dùng cân đo vòng kiểu Benkelman, chiều dài từ gối tựa phía trước đến mũi đo ít nhất là 2,0m. Trước mỗi ca làm việc phải kiểm tra độ chính xác của cân đo bằng cách đối chiếu kết quả đo chuyển vị thẳng đứng trực tiếp ở mũi đo với kết quả đo được ở chuyển vị thẳng đứng ở cuối cánh tay đòn phía sau cân đo (có xét đến tỷ lệ các cánh tay đòn cân đo). Nếu kết quả sai khác nhau quá 5% thì phải kiểm tra lại các liên kết ở các mối nối, khớp quay và mức độ trơn nhậy của cân đo (xem tham khảo biểu mẫu số 2 - Phụ lục).

**2.1.5. Chuẩn bị xe đo:** Xe đo vòng có trục sau là trục đơn, bánh xe đôi với khe hở tối thiểu giữa hai bánh đôi là 5cm. Các thông số của trục sau xe đo chỉ được sai lệch 5% so với tiêu chuẩn quy định ở bảng 1.

Các thông số của trục sau xe đo tiêu chuẩn

Bảng 1

Chỉ tiêu	Tiêu chuẩn quy định
Trọng lượng trục	Q = 10.000 daN
Áp lực bánh xe xuống mặt đường	p = 6,0 daN/cm <sup>2</sup>
Đường kính tương đương của vết bánh đôi	D = 33cm

Xe phải đảm bảo chất tải đối xứng, cân bằng, không bị thay đổi vị trí và giữ nguyên tải trọng không thay đổi trong suốt quá trình đo vòng mặt đường (phải có bạt che để vật chất tải không bị nước mưa thấm ướt). Cân trục xe bằng thiết bị cân xe hoặc dùng kích thủy lực có đồng hồ đo áp lực được tiêu định và thang chia áp lực không lớn hơn 0,2 daN/cm<sup>2</sup>. Thường xuyên đo kiểm tra, giữ cho áp lực hơi trong bánh xe không đổi trong suốt quá trình đo vòng mặt đường (xem biểu số 2 - Phụ lục).

Trước mỗi đợt đo phải kiểm tra lại diện tích vết bánh đôi  $S_b$  bằng cách bôi mỡ vào lốp và kích trục sau xe lên, quay phần lốp xe có mỡ xuống phía dưới cho in vết lên giấy kẻ ly (bằng cách hạ kích) để xác định diện tích phần có mỡ trên giấy kẻ ly (cm<sup>2</sup>). Đường kính tương đương của vết bánh xe đo vòng ( $D_b$ ) được tính theo công thức:

$$D_b = 113 \sqrt{S_b} \quad (\text{cm})$$

Tính áp lực bánh xe xuống mặt đường  $p_b$

$$p_b = \frac{Q}{2S_b} \quad (\text{daN/cm}^2)$$

trong đó:

Q - trọng lượng trục sau của xe đo (xác định cân trục sau xe đo: daN).

## 2.2. Đo độ võng mặt đường dọc tuyến

### 2.2.1. Trình tự đo độ võng của mặt đường

- Cho xe đo tiến vào vị trí đo võng; đặt đầu đo của cân lý lên mặt đường ở giữa khe hở của cặp bánh đôi trục sau xe đo; cho thanh cân rung nhẹ, theo dõi kim chuyển vị kể cho tới khi độ võng ổn định (trong 10 giây kim không chuyển dịch quá 0.01mm) thì ghi lấy số đọc ban đầu ở chuyển vị kể ( $l_0$ ).

- Cho xe đo chạy chậm lên phía trước với tốc độ khoảng 0,5m/s đến khi trục sau của bánh xe cách điểm đo ít nhất 5m; gõ nhẹ trên thanh cân để kiểm tra độ nhạy chuyển vị kể, theo dõi chuyển vị kể cho tới khi độ võng ổn định. Ghi số đọc cuối ở chuyển vị kể ( $l_1$ ). Hiệu số của 2 số đọc ở chuyển vị kể nhân với tỷ số chuyển của cân đo là trị số độ võng đàn hồi của mặt đường tại điểm đo ( $l$ ).

- Phải ghi rõ lý trình của điểm đo, thời tiết, điều kiện gây ẩm và các nhận xét về tình trạng mặt đường tại điểm đo vào mẫu biểu thí nghiệm (mẫu số 3- phụ lục).

Không đo tại các điểm quá xấu (cao su, nứt, v.v... không đại diện cho khu vực cân đo độ võng; các điểm này cần ghi lại để xử lý cao su, ổ gà, ...).

Để tránh hiện tượng bức xạ nhiệt của mặt trời tới cân đo và hiện tượng cân đo bị lún vào mặt đường nhựa ở t° cao gây ảnh hưởng tới kết quả đo, không nên đo võng vào khoảng thời gian t° mặt đường > 40°C.

### 2.2.2. Đo nhiệt độ mặt đường

Để hiệu chỉnh các kết quả đo võng về nhiệt độ tính toán sau này, phải đo nhiệt độ không khí và nhiệt độ mặt đường, khoảng 1h một lần trong suốt thời gian đo võng dọc tuyến. Việc đo nhiệt độ mặt đường chỉ yêu cầu thực hiện đối với đường cơ lớp mặt phủ nhựa  $\geq 5$ cm. Cách đo như sau:

- Dùng búa và đục nhọn tạo thành một hố nhỏ đường kính 7mm sâu chừng 45mm ở mặt đường gần vị trí đo.

- Đổ nửa hố nước hay glyxerin và đợi chừng vài phút.

- Dùng nhiệt kế đo nhiệt độ của chất lỏng ở trong hố, chờ cho đến khi nhiệt độ không thay đổi thì ghi trị số nhiệt độ đo (t°C).

*Ghi chú:* Tránh không để vị trí đo bị bóng của xe ô tô hay vật gì làm ảnh hưởng đến kết quả đo.

2.2.3. Phải tổ chức chắn đường trong khi đo bằng các barie cơ trên biển báo. Đồng thời chú ý bảo đảm an toàn trong quá trình đo. Các thành viên tham gia đo đạc kể cả lái xe đều phải được huấn luyện kỹ nghiệp vụ đo.

## III. XỬ LÝ KẾT QUẢ ĐO VÕNG

### 3.1. Xử lý kết quả đo võng

3.1.1. Độ võng tính toán tại vị trí thử nghiệm thứ (i) đại diện cho mặt cắt ngang của mặt đường ( $l_{m,i}$ , mm) được xác định theo công thức:

$$L_{tt} = K_q^{-1} K_m K_t L_i$$

trong đó:

$L_i$  - độ võng của mặt đường đo được tại vị trí thử nghiệm thứ  $i$  (mm) khi chưa xét đến các yếu tố ảnh hưởng của tải trọng xe đo, mùa đo bất lợi và nhiệt độ của mặt đường khi đo;

$K_q$  - hệ số hiệu chỉnh tải kết quả đo theo các thông số trục sau xe đo võng về kết quả của trục sau xe ô tô tiêu chuẩn;

$$K_q = \frac{p_b \cdot D_b^{1,5}}{p \cdot D^{1,5}} \quad (p_b, D_b, p, D \text{ xem mục 2.1.5})$$

$K_m$  - hệ số hiệu chỉnh độ võng về mùa bất lợi nhất trong năm;

$K_t$  - hệ số hiệu chỉnh độ võng ở nhiệt độ đo về nhiệt độ tính toán ( $t_m, C$ ).

Kết quả chuyển đổi độ võng ở nhiệt độ đo về độ võng ở nhiệt độ tính toán  $L_{tt}$  được ghi vào mẫu biểu số 4 - Phụ lục.

Khi không có điều kiện theo dõi quy luật thay đổi độ võng theo mùa và nhiệt độ, được phép sử dụng hệ số chuyển đổi mùa  $K_m$  và chuyển đổi nhiệt  $K_t$  từ các quan trắc đã được tiến hành ở địa phương cho các con đường có các điều kiện tương tự (có thể tham khảo nghiên cứu của đề tài KC10 - 03 - Phụ lục 1).

**3.1.2.** Sau khi đã xác định được độ võng tính toán của các điểm đo ( $L_{tt}$ ), phải loại bỏ các sai số thô ra khỏi các tập hợp các giá trị thu thập được trên từng đoạn bằng các tiêu chuẩn loại trừ quan sát cực trị của lý thuyết xác suất thống kê (tham khảo tiêu chuẩn loại trừ quan sát cực trị - Phụ lục 2).

### **3.2. Xác định độ võng đặc trưng và mô đun đàn hồi đặc trưng cho mỗi đoạn đường thí nghiệm**

**3.2.1.** Trị số độ võng đàn hồi đặc trưng ( $L_{db}$ ) của từng đoạn đường thí nghiệm được tính theo công thức:

$$L_{db} = L_{tb} + K \cdot \delta$$

trong đó:

$L_{tb}$  - độ võng trung bình của đoạn thử nghiệm (mm) được tính theo công thức:

$$L_{tb} = \frac{\sum_{i=1}^n (L_{tt})}{n}$$

trong đó:

$L_{tt}$  - độ võng tính toán tại vị trí thử nghiệm thứ  $i$ ;

$\delta$  - độ lệch bình phương trung bình của đoạn thử nghiệm (mm);

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (L_{tt} - L_{tb})^2}$$

trong đó:

K - hệ số suất bảo đảm lấy tùy thuộc cấp hạng đường:

- Đường cao tốc, đường cấp I, đường trục chính toàn thành của đô thị K = 2,0;
- Đường cấp II, đường chính khu vực đô thị, K = 1,64;
- Đường cấp III, K = 1,3;
- Đường cấp IV, đường phố của đô thị, K = 1,04.

3.2.2. Trị số mô đun đàn hồi đặc trưng của từng đoạn đường thử nghiệm ( $E_{m_i}$ ) xác định theo công thức:

$$E_{m_i} = 0,693 \cdot \frac{pD(1 - \mu^2)}{L_{m_i}}$$

trong đó:

p - áp lực bánh xe tiêu chuẩn xuống mặt đường, (daN/cm<sup>2</sup>): p = 6 daN/cm<sup>2</sup>;

D - đường kính tương đương của diện tích vết bánh xe tiêu chuẩn (cm): D = 39cm;

$\mu$  - hệ số poát-xông ( $\mu = 0,3$ )

$L_{m_i}$  - độ võng đàn hồi đặc trưng lấy theo kết quả tính ở Điều 3.2.1.

Mẫu biểu số 1

Ví dụ phân đoạn tuyến cần đánh giá sức chịu tải

Kilômét	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	
<b>Mặt cắt ngang</b>																		
- Lề trái	1,5m			1,5m						0,5m								
- Mặt	10,5m			7,0m						7,0m								
- Lề phải	1,5m			1,5m						0,7m								
<b>Thoát nước</b>																		
- Rãnh trái	Rãnh xây đá hộc			Thoát nước kềm						Rãnh thoát nước kềm								
- Rãnh phải	thoát nước tốt									Hố nước								
<b>Loại hình mặt đường theo điều kiện gây ẩm</b>	1			2						1			3					
<b>Trạng thái mặt đường</b>																		
- Tật																		
- Vết nứt																		
- Hằn vệt bánh xe																		
- Lún cục bộ																		
- Bong bật															++	++	++	
- Trượt ngang																		
- Võ gãy																		
<b>Kết cấu ao đường</b>	Mới			Tăng cường						Cũ								
	5cm BTN năm 1997			7cm BTN Ø năm 1990						5cm BTN mịn năm 1979								
	7cm BTN Ø			18cm BTN năm 1985						15cm BTN năm 1979								
	15cm Makadam			1cm BTN năm 1976						22 cm đá hộc năm 1979								
	22cm đá xô bổ			22cm đá hộc														
<b>Lớp đất sét trên cùng</b>	Á sét nặng									Á sét								
<b>Lưu lượng xe tính toán (xe ngày đêm)</b>	1000			500						200								
<b>Vị trí điểm đo tại trạm quan trắc</b>	Km 32 + 07m 1,4m (T)			Km 44 + 00 m 1,2m (F)						Km 32 + 07 m 1,2m (F)								
<b>Phân đoạn cuối cùng</b>	1			2			3			4			5			6		

Mẫu biểu số 2

Kiểm tra thiết bị đo độ võng đàn hồi bằng cân Benkelman

Tên đường:..... Tỉnh:.....  
 Tên đoạn:.....  
 Từ cột mốc Km:..... đến Km:.....  
 Cơ quan thực hiện:.....  
 Người thực hiện:..... Ngày thí nghiệm:.....

CÂN ĐO VÔNG



Cân đo vông	A	B	C	D	$K_c$
Cán 1: Đo bánh xe bên trái					
Cán 2: Đo bánh xe bên phải					

Tỷ số truyền của cân:  $K_c = \frac{A}{B}$

Kiểm tra sai số của cân đo đạt yêu cầu quy định

V

KIỂM TRA TRỌNG LƯỢNG TRỤC XE ĐO

Vật chất tải:

Kiểm tra vật chất tải đảm bảo đúng yêu cầu quy định

Kiểm tra vật chất tải đảm bảo đối xứng và cân bằng

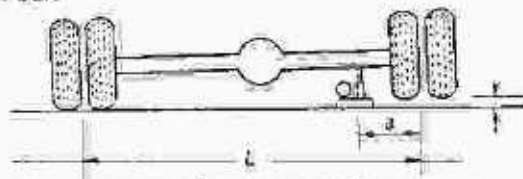
Đo trọng lượng trục xe đo tại trạm cân xe Q =

Tên trạm cân

V

V



Đo trọng lượng trục xe bằng kích thủy lực

Số đọc trên đồng hồ đo của kích  $p = \dots \text{ daN/cm}^2$ ,  $L = \dots \text{ cm}$ ,  $a = \dots \text{ cm}$

Áp lực của kích khi tiêu định:  $f = \dots \text{ daN/cm}^2$ , ứng với trọng lượng  $Q = \dots \text{ daN}$

Trọng lượng trục xe đo:  $Q = \frac{2pq \cdot (L - a)}{f \cdot L}$  (daN)

Đo vết bánh xe  $S_p$

Tính đường kính vết bánh tương đương của xe đo:  $D_n = 113 \cdot S_p$  (cm)

Tính áp lực bánh xe xuống mặt đường:  $P_r = \frac{Q}{2S_p}$

Kiểm tra áp lực hơi trong lốp xe

V

**Mẫu biểu số 3**

**Số liệu đo độ võng đàn hồi bằng cân Benkelman**

Tên đường: ..... Tờ số: ..... Tổng số tờ: .....  
 Vị trí đo: ..... Tỉnh: .....  
 Cơ quan thực hiện: .....  
 Người đo: ..... Thời gian đo: .....  
 Đo theo hướng lý trình tăng/giảm: .....  
 Hệ số chuyển đổi tải trọng trục xe đo  $K_1 =$  .....  
 Tỷ số truyền của cần 1 đo bánh xe trái  $K_2 =$  .....  
 Tỷ số truyền của cần 2 đo bánh xe phải  $K_3 =$  .....

Km	+	Khoảng cách từ trục xe đo tới tâm đường	Giờ đo	Nhiệt độ mặt đường
Thời tiết		Tình trạng mặt đường		Mức nước hai bên đường cao/thấp/trung bình
Kết luận: Loại hình nền mặt đường theo điều kiện gây âm I/II/III				Hệ số $K_1$
Bánh xe trái			Bánh xe phải	

Km	+	Khoảng cách từ tâm xe đo tới tâm đường	Giờ đo	Nhiệt độ mặt đường
Thời tiết		Tình trạng mặt đường		Mức nước hai bên đường cao/thấp/trung bình
Kết luận: Loại hình nền mặt đường theo điều kiện gây âm I/II/III				Hệ số $K_1$
Bánh xe trái			Bánh xe phải	

Km	+	Khoảng cách từ tâm xe đo tới tâm đường	Giờ đo	Nhiệt độ mặt đường
Thời tiết		Tình trạng mặt đường		Mức nước hai bên đường cao/thấp/trung bình
Kết luận: Loại hình nền mặt đường theo điều kiện gây âm I/II/III				Hệ số $K_1$
Bánh xe trái			Bánh xe phải	

Km	+	Khoảng cách từ tâm xe đo tới tâm đường	Giờ đo	Nhiệt độ mặt đường
Thời tiết		Tình trạng mặt đường		Mức nước hai bên đường cao/thấp/trung bình
Kết luận: Loại hình nền mặt đường theo điều kiện gây âm I/II/III				Hệ số $K_1$
Bánh xe trái			Bánh xe phải	

**Ghi chú:**

- $l$  và  $l_0$  - số đọc ở thiên phân kế khi bánh xe đi di chuyển cách xa vị trí đo  $5m$
- $K_1$  - hệ số chuyển đổi độ võng về mua bất lợi nhất
- $l_1$  hoặc  $l_2 = K_1 - K_2 (l - l_0)$
- $l_{max}$  - giá trị max của  $l_1$  và  $l_2$





## PHỤ LỤC 1

### XÁC ĐỊNH MÙA BẤT LỢI NHẤT, HỆ SỐ CHUYỂN ĐỔI MÙA VÀ CHUYỂN ĐỔI NHIỆT CỦA MẶT ĐƯỜNG

#### I. Khi có điều kiện lập các vị trí quan trắc cố định

**1.1. Chọn vị trí đo:** Tiến hành đo vòng tại các vị trí đại diện cho các loại kết cấu nền mặt đường, loại hình khổ ảim của nền đường. Các vị trí đại diện nên chọn thật gần những vật chuẩn cố định để dễ nhìn thấy như các cột Kilômét hay biển chỉ dẫn trên đường. Mỗi vị trí đại diện chọn 20 điểm đo. Các điểm đo phải được đánh dấu bằng sơn chịu mài mòn, chịu nước, có màu sáng, dưới dạng hình tròn, đường kính 10cm, toy độ của nó (tương quan với các vật chuẩn đã chọn) phải được ghi rõ trong biểu thống kê tổng hợp dưới dạng phân số: Tử số là lý trình của điểm đo, mẫu số là khoảng cách từ điểm đo đến mép mặt đường về phía phải (P) hay trái (T) của đường.

**1.2. Thời gian đo:** Công việc này được tiến hành trong nhiều năm. Mỗi tháng đo vào cùng một ngày, giờ buổi sáng và lúc mặt đường có nhiệt độ cao nhất (khoảng 1-2 giờ chiều).

**1.3. Thao tác đo:** Chỉ đo vòng ở những điểm quan trắc cố định cũng tương tự như ở điểm đo dọc tuyến kể cả đo nhiệt độ mặt đường lúc thử nghiệm. Trong quá trình thử nghiệm tại các điểm đo, phải chú ý nghiêm ngặt việc đặt hành xe của ô tô thí nghiệm trong phạm vi vòng tròn đã được vạch bằng sơn trên mặt đường.

**1.4. Xử lý kết quả sau khi đo:** Dùng phương pháp phân tích thống kê các số liệu đo vòng sẽ xác định được mùa bất lợi nhất trong năm, hệ số chuyển đổi mùa ( $K_m$ ), chuyển đổi nhiệt ( $K_n$ ) của đường.

#### II. Khi không có điều kiện lập các vị trí quan trắc cố định

**2.1. Chọn mùa bất lợi nhất:** Có thể lấy mùa bất lợi nhất trong năm của đường ở các địa phương theo bảng 3.

**2.2. Hệ số chuyển đổi mùa  $K_m$ , có thể tham khảo như dưới đây:**

+ Với loại hình kết cấu mặt đường hạn chế tác dụng của các nguồn gây ảim như loại I quy định ở 22 TCN 211-1993 hoặc chịu tác động của nguồn gây ảim nhưng không thay đổi theo mùa, độ võng của kết cấu nền đường sẽ không phụ thuộc vào độ ảim mà chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ ( $K_m = 1$ ).

+ Với loại hình kết cấu mặt đường chịu tác động của các nguồn gây ảim thay đổi theo mùa - loại hình kết cấu nền mặt đường theo điều kiện gây ảim II hoặc III qui định ở 22 TCN 211-1993 có thể lấy theo bảng 4.

Bảng 3

TT	Tên địa phương	Thời gian bất lợi nhất trong năm (tháng)	TT	Tên địa phương	Thời gian bất lợi nhất trong năm (tháng)
1	Cao Bằng	6 - 9	20	Huế	9 - 1
2	Lạng Sơn	6 - 9	21	Đà Nẵng	10 - 12
3	Hà Giang	6 - 9	22	Quảng Ngãi	10 - 1
4	Sapa	6 - 10	23	Quy Nhơn	10 - 12
5	Lai Châu	6 - 9	24	Tuy Hoà	10 - 12
6	Điện Biên	6 - 9	25	Nha Trang	10 - 12
7	Sơn La	6 - 9	26	Phan Thiết	6 - 10
8	Thái Nguyên	6 - 9	27	Yên Bái	6 - 10
9	Móng Cái	6 - 9	28	Tp. Hồ Chí Minh	6 - 10
10	Tam Đảo	5 - 10	29	Sóc Trăng	6 - 10
11	Phụ Thọ	6 - 9	30	Cần Thơ	6 - 11
12	Bắc Giang	6 - 9	31	Phước Quốc	6 - 11
13	Hà Nội	6 - 9	32	Cà Mau	6 - 11
14	Hơn Gai	6 - 9	33	Rạch Giá	6 - 11
15	Phù Liên	6 - 9	34	Dầu Tiếng	6 - 11
16	Thanh Hoá	6 - 10	35	Đà Lạt	6 - 10
17	Vinh	6 - 11	36	Buôn Ma Thuột	6 - 10
18	Đồng Hới	9 - 12	37	Plây Cù	9 - 10
19	Hoàng Sa	7 - 11			

Hệ số chuyển đổi mùa ( $K_m$ ) đối với vùng đồng bằng miền Bắc

Bảng 4

Tình trạng bề mặt của đường	Mùa đo	Tháng đo	$K_m$
Mặt đường kín không bị rạn nứt	Xuân	2 - 5	1,06
	Hè - Thu	6 - 9	1,00
	Đông	10 - 1	1,14
Mặt đường đã bị rạn nứt, bị thấm nước	Xuân	2 - 5	1,18
	Hè - Thu	6 - 9	1,00
	Đông	10 - 1	1,47

### 2.3. Hệ chuyển đổi nhiệt $K_i$

Tham khảo kết quả nghiên cứu của đề tài KC 10-05 đường có lớp mặt sử dụng nhựa dày đến 10cm, để chuyển độ võng ở nhiệt độ đo ( $T^{\circ}\text{C}$ ) về nhiệt độ tính toán ở  $30^{\circ}\text{C}$  theo công thức thực nghiệm sau:

$$K_i = \frac{1}{A \left( \frac{T}{30} - 1 \right) + 1}$$

Với A tùy thuộc vào tính ổn định nhiệt của bề dày lớp sử dụng nhựa. BTN chặt có bột đá lấy  $A = 0,35$ ; BTN không có bột đá hoặc lớp đá dăm thấm nhập nhựa lấy  $A = 0,30$ .

Trường hợp tầng mặt sử dụng nhựa bitum có bề dày lớn hơn 10cm, có thể tham khảo đồ thị xác định hệ số hiệu chỉnh độ võng ở  $1^{\circ}$  đo ( $T^{\circ}\text{C}$ ) về nhiệt độ tính toán ở  $10^{\circ}\text{C}$  của quy trình 22 TCVN 211-93 để điều chỉnh độ võng về nhiệt độ tính toán ở  $30^{\circ}\text{C}$  theo công thức sau:

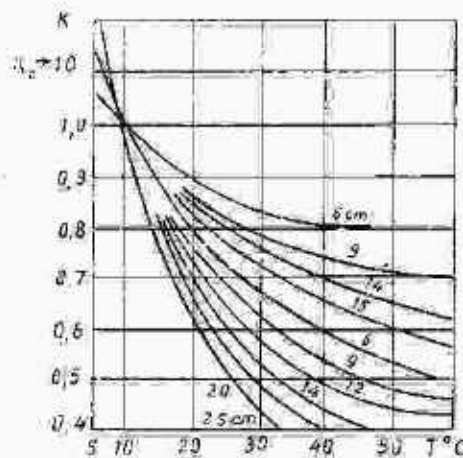
$$K_i = \frac{K_{T=10}}{K_{30=10}}$$

Trong đó:

$K_{T=10}$  - hệ số chuyển đổi độ võng ở nhiệt độ đo ( $T^{\circ}\text{C}$ ) về  $10^{\circ}\text{C}$ ;

$K_{30=10}$  - hệ số chuyển đổi độ võng ở nhiệt độ đo  $30^{\circ}\text{C}$  về  $10^{\circ}\text{C}$ .

Và tra biểu đồ hình 1 dưới đây:



**Ghi chú:**

Chỉ số trên các đường cong phía trên của toàn đồ thị bề dày tổng cộng của tầng mặt sử dụng bitum khi thí nghiệm bằng cân đo công Benhelman trên các đường cong phía dưới khi thí nghiệm bằng kích tám ép.

Hình 1. Hệ số chuyển đổi độ võng của tầng mặt sử dụng bitum ở  $T^{\circ}\text{C}$  về  $10^{\circ}\text{C}$

## PHỤ LỤC 2

### TIÊU CHUẨN LOẠI TRỪ CÁC QUAN SÁT CỰC TRỊ

(tiêu chuẩn Tuten - Mua)

Cho dãy (n) quan sát được giả thiết có phân phối tuân theo qui luật chuẩn:  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ . Để xét việc loại trừ (k) quan sát cực trị ra khỏi dãy thống kê cần tiến hành theo quy tắc sau:

#### Bước 1

- Sắp lại dãy quan sát  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  thành dãy  $x_1 \leq x_2 \leq x_3 \leq \dots \leq x_n$
- Tính giá trị trung bình của dãy

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i)$$

#### Bước 2

Tính đại lượng so sánh

- Khi nghi ngờ các  $k_1$  giá trị quan sát lớn nhất thì tính đại lượng:

$$L_{k_{max}} = \frac{\sum_{i=1}^{n-k_1} (x_i - \bar{x}_{k_1})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Với  $\bar{x}_{k_1} = \frac{\sum_{i=1}^{n-k_1} (x_i)}{n - k_1}$  là trung bình số học của (n -  $k_1$ ) quan sát còn lại, sau khi đã tách ( $k_1$ ) quan sát lớn nhất ra khỏi dãy.

- Khi nghi ngờ có  $k_2$  giá trị quan sát nhỏ nhất thì tính đại lượng:

$$L_{k_{min}} = \frac{\sum_{i=k_2+1}^n (x_i - \bar{x}_{k_2})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Với  $\bar{x}_{k_2} = \frac{\sum_{i=k_2+1}^n (x_i)}{n - k_2}$  là trung bình số học của (n -  $k_2$ ) quan sát còn lại, sau khi đã tách ( $k_2$ ) quan sát nhỏ nhất ra.

- Khi nghi ngờ vừa có  $k_1$  giá trị lớn nhất, vừa có  $k_2$  giá trị nhỏ nhất, thì tính đại lượng:

$$L_k = \frac{\sum_{i=k_1+1}^{n-k_2} (x_i - \bar{x}_k)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Với  $\bar{x}_k = \frac{\sum_{i=k_1+1}^{n-k_2} (x_i)}{n - (k_1 + k_2)}$  là trung bình số học của  $[n - (k_1 + k_2)]$  quan sát còn lại, sau khi đã tách  $(k_1 + k_2)$  quan sát lớn nhất ra khỏi dãy.

### Bước 3

Sơ sánh các giá trị  $(L_{k,max})$ ,  $(L_{k,min})$  hoặc  $(L_k)$  vừa tính với giá trị tiêu chuẩn  $(C_\alpha)$  được xác lập trong bảng tính sẵn:

- Nếu  $< C_\alpha$ , thì có thể loại bỏ các quan sát cực trị đó ra khỏi tập hợp thống kê;
- Nếu  $> C_\alpha$ , thì không có căn cứ để loại bỏ các quan sát cực trị đó ra khỏi dãy thống kê.

### Ví dụ 1

Kết quả đo vòng của một đoạn đường thu được dãy số liệu sau (mm): 0,79; 0,73; 0,65; 0,28; 0,80; 0,38; 0,58; 0,94; 1,05; 0,95; 1,15; 1,29; 1,28; 1,23; 1,52; 1,57; 2,31; 1,59; 1,63. Xem xét loại bỏ các sai số thô nếu có.

- Sắp xếp lại dãy số trên: 0,28; 0,38; 0,58; 0,65; 0,73; 0,79; 0,80; 0,94; 0,95; 1,05; 1,15; 1,23; 1,28; 1,29; 1,52; 1,57; 1,59; 1,63; 2,31; 2,63.

- Tính  $\bar{x} = 1,17$

+ Ta nghi ngờ các kết quả lớn nhất **2,31** và **2,63**. Vậy có thể loại bỏ nó được không? (Khi lập trình máy tính, chỉ nên nghi ngờ một số lớn nhất). Áp dụng tiêu chuẩn Tuten - Mua cho trường hợp  $k_1 = 2$  (đối với 2 số 2,31 và 2,63) ta có:

$$\bar{x}_k = \frac{\sum_{i=1}^{20-2} (x_i)}{20-2} = 1,02$$

và

$$L_{k,max} = \frac{\sum_{i=1}^{20-2} (x_i - \bar{x}_k)^2}{\sum_{i=1}^{20} (x_i - \bar{x})^2} = \frac{2936}{6758} = 0,435$$

Tra bảng có  $C_{0,05} = 0,484$ ;  $C_{0,10} = 0,530$ , như vậy  $L_{k,max} < C_{0,05} < C_{0,10}$ , ta có cơ sở để loại trừ cả hai quan trắc cực trị 2,31 và 2,63 ra khỏi dãy số liệu đo vòng nội trên.

+ Nếu ta nghi ngờ cả các kết quả lớn nhất 2,31; 2,63 và nhỏ nhất 0,28; 0,38 của dãy trên thì có căn cứ để loại chúng được không?

Áp dụng tiêu chuẩn Tuten - Mua cho trường hợp  $k_1 = 2$  (đối với 2 số 2,31; 2,63) và  $k_2 = 2$  (đối với 2 số 0,28 và 0,38) ta có:

$$\bar{x}_k = \frac{\sum_{i=2+1}^{20-2} (x_i)}{n - (2 + 2)} = 111$$

và

$$L_k = \frac{\sum_{i=2+1}^{20-2} (x_i - \bar{x}_k)^2}{\sum_{i=1}^{20} (x_i - \bar{x})^2} = \frac{1851}{6758} = 0,274$$

Tra bảng với  $n = 20$ ,  $k = 4$  ta có  $C_{0,05} = 0,299$  và  $C_{0,10} = 0,339$ , như vậy  $L_k < C_{0,05} < C_{0,10}$ .

Tổng hợp lại, đi tới kết luận có thể loại cả 4 quan trắc 0,28; 0,38; 2,31 và 2,63, ra khỏi dãy số hiệu đo vòng nói trên.

Giá trị tiêu chuẩn  $C_\alpha$  ứng với giá trị  $\alpha = 0,10$

Bảng 5

n \ k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	0,011									
4	0,098	0,003								
5	0,200	0,038								
6	0,280	0,091	0,020							
7	0,348	0,148	0,056							
8	0,404	0,200	0,095	0,038						
9	0,448	0,248	0,134	0,068						
10	0,490	0,287	0,170	0,098	0,051					
11	0,526	0,326	0,208	0,128	0,074					
12	0,555	0,361	0,240	0,159	0,103	0,062				
13	0,578	0,388	0,270	0,186	0,126	0,082				
14	0,600	0,416	0,298	0,212	0,150	0,104	0,068			
15	0,611	0,436	0,322	0,236	0,172	0,124	0,086			
16	0,631	0,458	0,342	0,260	0,194	0,144	0,104	0,073		
17	0,648	0,478	0,364	0,282	0,216	0,165	0,125	0,092		
18	0,661	0,496	0,384	0,302	0,236	0,184	0,142	0,108	0,080	
19	0,676	0,510	0,398	0,316	0,251	0,199	0,158	0,124	0,094	
20	0,688	0,530	0,420	0,339	0,273	0,220	0,176	0,140	0,110	0,085
25	0,732	0,588	0,489	0,412	0,350	0,296	0,251	0,213	0,180	0,152
30	0,766	0,637	0,523	0,472	0,411	0,359	0,316	0,276	0,240	0,210
35	0,792	0,673	0,586	0,516	0,468	0,410	0,365	0,328	0,294	0,262
40	0,812	0,702	0,622	0,554	0,499	0,451	0,408	0,372	0,338	0,307
45	0,826	0,724	0,640	0,566	0,533	0,488	0,447	0,410	0,378	0,384
50	0,840	0,744	0,673	0,614	0,562	0,518	0,477	0,442	0,410	0,380

Ghi chú: Ý nghĩa của của mức độ giá trị tiêu chuẩn  $\alpha = 0,10$  hoặc  $\alpha = 0,05, \dots$  là xác suất loại bỏ giả thuyết bằng 10% hoặc 5%,... nếu giả thuyết đó là đúng.

Giá trị tiêu chuẩn  $C_\alpha$  ứng với giá trị  $\alpha = 0,05$

Bảng 5 tiếp theo

n \ k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	0,003									
4	0,051	0,001								
5	0,125	0,018								
6	0,203	0,055	0,010							
7	0,273	0,106	0,032							
8	0,326	0,146	0,064	0,022						
9	0,372	0,194	0,099	0,045						
10	0,418	0,233	0,129	0,070	0,034					
11	0,454	0,270	0,162	0,098	0,054					
12	0,489	0,305	0,196	0,125	0,076	0,042				
13	0,517	0,337	0,224	0,150	0,098	0,060				
14	0,540	0,363	0,250	0,174	0,122	0,079	0,050			
15	0,556	0,387	0,276	0,197	0,140	0,097	0,066			
16	0,575	0,410	0,300	0,219	0,159	0,115	0,082	0,055		
17	0,594	0,427	0,322	0,240	0,181	0,136	0,100	0,072		
18	0,608	0,447	0,337	0,259	0,200	0,154	0,116	0,086	0,062	
19	0,624	0,462	0,354	0,277	0,209	0,168	0,130	0,099	0,074	
20	0,639	0,484	0,377	0,299	0,238	0,188	0,150	0,115	0,088	0,066
25	0,696	0,550	0,450	0,374	0,312	0,262	0,222	0,184	0,154	0,126
30	0,730	0,599	0,506	0,434	0,376	0,327	0,283	0,245	0,212	0,183
35	0,762	0,642	0,554	0,482	0,424	0,376	0,334	0,297	0,264	0,235
40	0,784	0,672	0,588	0,523	0,468	0,421	0,378	0,342	0,310	0,280
45	0,802	0,696	0,618	0,556	0,502	0,456	0,417	0,382	0,350	0,320
50	0,820	0,722	0,646	0,588	0,535	0,490	0,450	0,414	0,383	0,356



## PHỤ LỤC 3

### PHƯƠNG PHÁP HIỆU SỐ CỘNG DỒN ĐỂ ĐỊNH CÁC PHẦN ĐOẠN KẾT QUẢ ĐO VỒNG

#### 1. Đặt vấn đề

Độ võng đàn hồi của mặt đường là hàm của các biến phụ thuộc như: Loại mặt đường, kết cấu áo đường, loại hình và trạng thái đất nền đường, lưu lượng xe chạy, thời gian sử dụng mặt đường, nhiệt độ của mặt đường... Vì có quá nhiều biến phụ thuộc nên giữa các trị số độ võng đo được luôn có những sai lệch cho dù có rút ngắn khoảng cách giữa các điểm đo. Bởi vậy, để đánh giá đúng lực chịu tải của đường, người ta phải phân tuyến thành từng đoạn đặc trưng, tiến hành xử lý thống kê các kết quả đo võng để đánh giá. Cơ sở của sự phân đoạn là sự khác nhau theo dọc tuyến của các biến phụ thuộc nêu trên được lấy từ hồ sơ các con đường hiện có của các cơ quan quản lý đường và các số liệu thu được qua khảo sát, thăm dò thực tế tại hiện trường.

Vì một lý do nào đó, nếu công việc này không thực hiện được, người ta có thể chỉ cần xử lý một số trị số đo võng dọc tuyến để phân định các đoạn qua một số phương pháp. Đơn giản nhất là bằng mắt để phân định một cách chủ quan nơi nào xảy ra các phần đoạn tương đối giống nhau. Ngoài ra có thể dùng phương pháp giải tích "Sai phân tích lũy" áp dụng trong trường hợp biến không liên tục gọi là "Hiệu số cộng dồn" để phân đoạn.

#### 2. Phương pháp "hiệu số cộng dồn"

Theo phương pháp này thì biến số  $Z_x$  tính theo cách: Vẽ đồ thị theo hàm số của khoảng cách dọc tuyến đường, thì các biến của phân đoạn sẽ xảy ra tại các vị trí mà cực độ dốc của đồ thị  $Z_x - x$  thay đổi dấu (xem đồ thị hình 2, 3 và bảng 7).

$$Z_x = \sum_1^n S_i = \left( \frac{\sum_1^n S_i}{L_n} \right) \cdot \sum_1^n \Delta x_i$$

$$Z_x = \sum_1^n \bar{S}_i - \Phi \cdot \sum_1^n \Delta x_i \quad \text{với } \Phi = \frac{\sum_1^n S_i}{L_n}$$

trong đó:

$S_i$  - diện tích thực tế của khoảng cách thứ  $i$ .  $S_i$  được tính theo công thức:

$$S_i = L_{0i} \cdot \Delta x_i$$

$\Delta x_i$  - chiều dài của khoảng cách thứ  $i$ ;

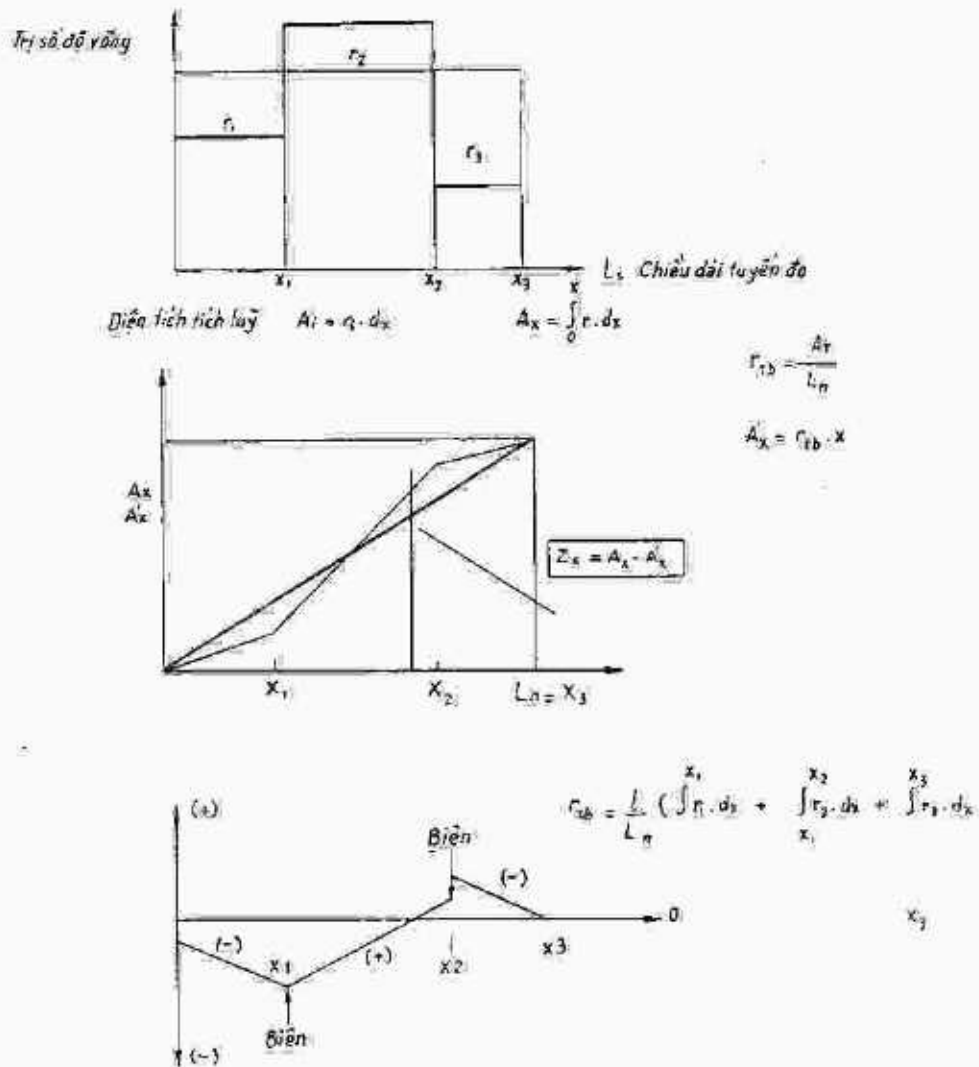
$L_{0i}$  - độ võng trung bình của khoảng cách thứ  $i$ ;

$L_n$  - tổng chiều dài của tuyến đường phải đo võng.

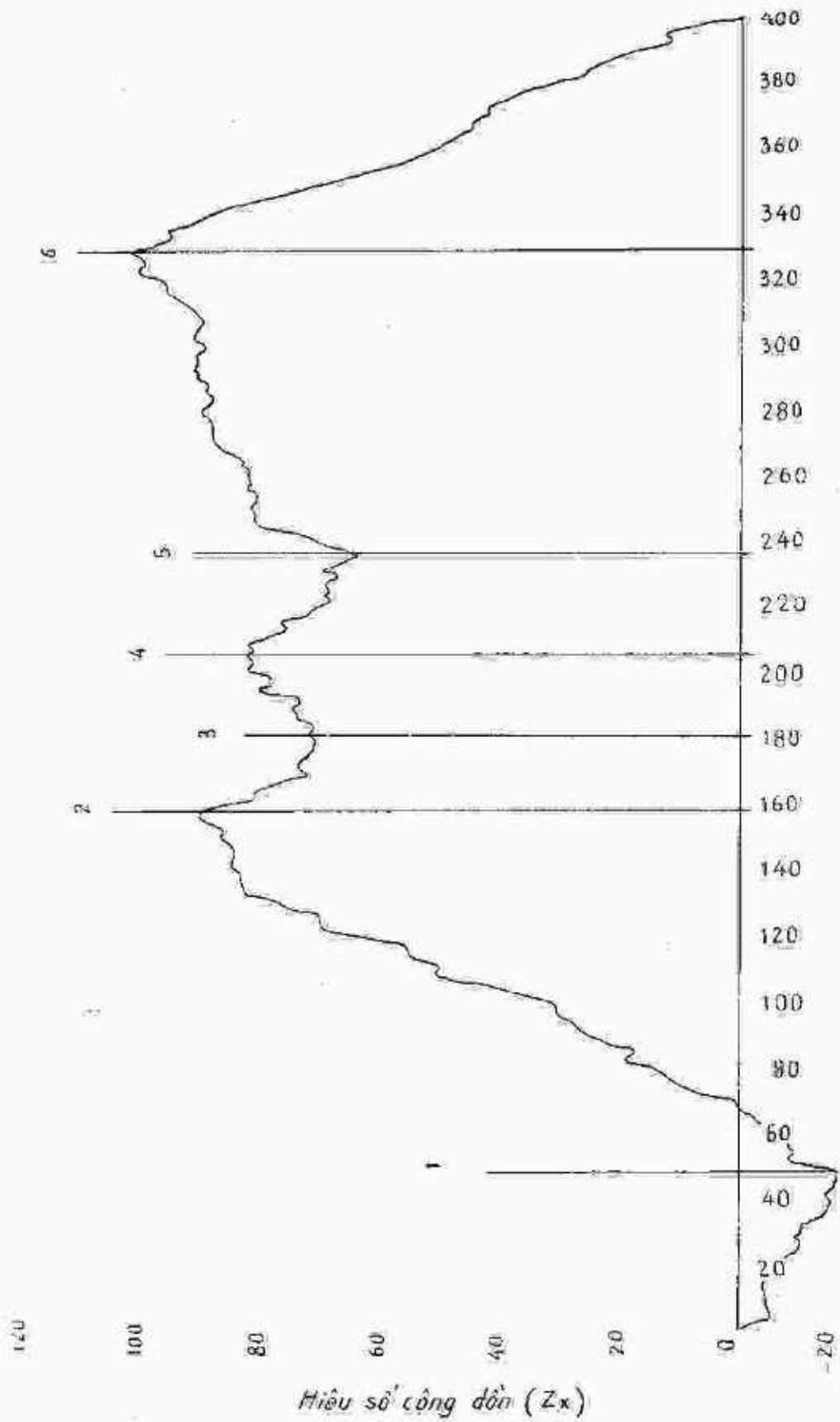
Theo kết quả phân đoạn sơ bộ này (hình 3) xác định được độ võng đàn hồi đặc trưng cho từng đoạn ( $L_{0i}$ ), trước đó xem xét để quyết định có thể nhập hai hoặc nhiều phân đoạn với nhau vì lý do thì công thực tế và lý do kinh tế được hay không? Với loại tầng mặt

cấp cao (bê tông nhựa chặt) trên các tuyến đường cấp I - II, đường cao tốc, đường trục chính ở các đô thị, đường trong các xí nghiệp lớn, ... có thể nhập hai phân đoạn liên kế với nhau nếu mức chênh lệch về độ võng đàn hồi đặc trưng giữa chúng ( $L_{db}$ ) không vượt quá 10%. Với tầng mặt cấp thấp hơn (III - IV), có lớp mặt là bê tông nhựa rải nguội và ấm, các loại mặt đường: thấm nhựa, đá dăm nước, đá gia cố chất kết dính vô cơ (trên có lớp láng lớp nhựa) có thể nhập hai phân đoạn liên kế nhau nếu mức chênh lệch về độ võng đàn hồi giữa chúng không vượt quá 15%.

Những đoạn nhỏ hơn 500m nếu không phải là những đoạn quá yếu đặc biệt (bị cao su, lún sụt) thì cũng nên nhập với những phân đoạn liên kế chúng để giảm bớt sự phức tạp không cần thiết (xem các biểu đồ đo võng dọc tuyến hình).



Hình 2. Phương pháp sai phân tích lũy để phân đoạn cho biến liên tục



Hình 3. Xác định ranh giới các phần đoạn bằng phương pháp hiệu số cộng dồn

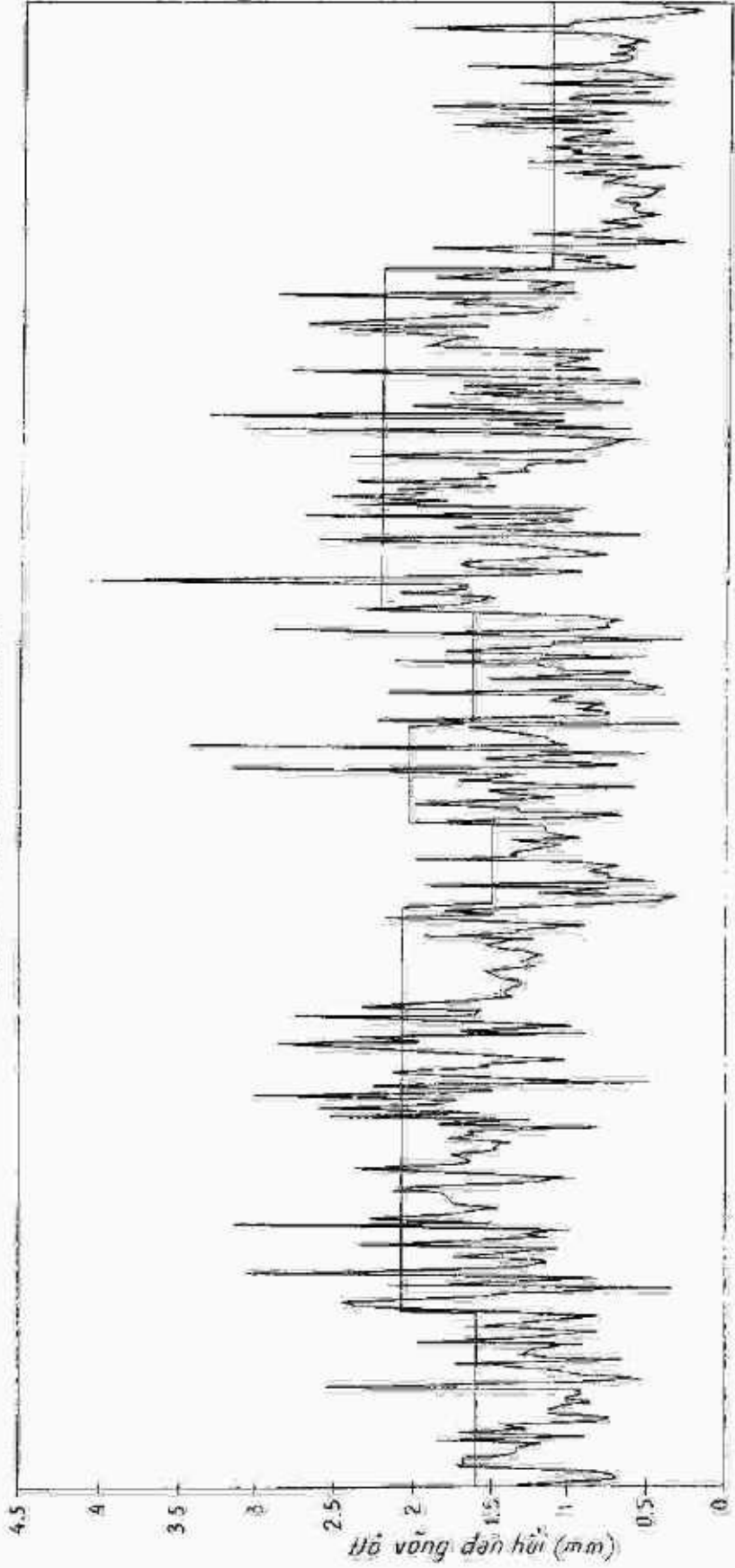
Thứ tự điểm đo (n)

Phương pháp hiệu số cộng dồn phân đoạn kết quả đo vòng

Bảng 6

Thứ tự điểm đo (n)	Chiều dài các khoảng $\Delta x_i$ (100m)	Độ vòng ở vị trí đo $l_i$ (%mm)	Chiều dài công dồn các khoảng cách $\Delta x_i$ (100m)	Độ vòng tb của các khoảng $L_{tuo}$ (%mm)	Diện tích thực tế của khoảng cách $S_i$	Diện tích tích lũy của khoảng cách $\Sigma S_i$	Hiệu số cộng dồn $Z_i$	Giá trị thống kê của các khoảng chia $L_{tuo} \sigma_k$	Độ vòng thiết kế $l_{tk}$
0	0								
1	km + 000	$l_1$	$\Delta x_1$	$L_1$	$\Delta x_1 L_1$	$S_1$	$S_1 - \phi \Delta x_1$	$\phi = \Sigma S_i / \Sigma \Delta x_i$	
2	100	$l_2$	$\Delta x_1 + \Delta x_2$	$(L_1 + L_2) / 2$	$\Delta x_2 (L_1 + L_2) / 2$	$S_1 + S_2$	$S_1 + S_2 - \phi (\Delta x_1 + \Delta x_2)$		
3	400	$l_3$	$\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3$	$(L_2 + L_3) / 2$	$\Delta x_3 (L_2 + L_3) / 2$	$S_1 + S_2 + S_3$	$S_1 + S_2 + S_3 - \phi (\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3)$	$l_{tk} = \text{average } (l_i)$ $\sigma_k = \text{Stdev } (l_i)$	$l_{tk} + \Delta \sigma_k$
4	700								
5	km + 000								
6	200								
7	300								
8	400								
			$\Delta x_1 + \dots + \Delta x_n$	$(l_1 + \dots + l_n) / 2$	$\Delta x_i (l_{i-1} + l_i) / 2$	$S_1 + \dots + S_n$	$\Sigma S_i - \phi \Sigma \Delta x_i$		

BIỂU ĐỒ ĐỘ VÒNG ĐÀN LỐI



393  
379  
365  
351  
337  
323  
309  
295  
281  
267  
253  
239  
225  
211  
197  
183  
169  
155  
141  
127  
113  
99  
85  
71  
57  
43  
29  
15  
1

Thế tự điểm đo (n)

Hình 6

Thế tự điểm đo (n)