

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM	QUY TRÌNH THÍ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ <b>CƯỜNG ĐỘ NỀN ĐƯỜNG VÀ KẾT CẤU MẶT ĐƯỜNG MỀM CỦA ĐƯỜNG Ô TÔ BẰNG THIẾT BỊ ĐO ĐỘNG FWD</b>	<b>22 TCN 335-06</b>
BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI		Có hiệu lực từ ngày ...../...../2006

(Ban hành kèm theo quyết định số 12/2006/QĐ-BGTVT ngày 20/02/ 2006  
của Bộ trưởng Bộ Giao thông vận tải)

## 1 Quy định chung

**1.1** Quy trình thí nghiệm này quy định trình tự đo đạc và xác định cường độ kết cấu mặt đường mềm bằng thiết bị đo động FWD ( Falling Weight Deflectometor ) dùng cho công tác kiểm tra, khảo sát thiết kế tăng cường mặt đường, xây dựng ngân hàng dữ liệu bảo trì đường ô tô.

**1.2** Quy trình này dùng cho việc đánh giá cường độ và thiết kế kết cấu mặt đường mềm theo 22 TCN 274-01 (Tiêu chuẩn thiết kế mặt đường mềm - Specification for Design Flexible Pavement). Kết quả đo đạc theo quy trình này không sử dụng cho việc thiết kế mặt đường mềm theo tiêu chuẩn 22 TCN 211-93.

## 2 Nội dung thí nghiệm

**2.1** Một khối tải trọng Q rơi từ độ cao quy định H xuống một tấm ép đường kính D, thông qua bộ phận giảm chấn gây ra một xung lực xác định tác dụng lên mặt đường. Biến dạng (độ võng) của mặt đường ở tâm tấm ép và ở các vị trí cách tấm ép một khoảng quy định sẽ được các đầu cảm biến đo võng ghi lại. Các số liệu đo được như: xung lực tác dụng lên mặt đường thông qua tấm ép, áp lực tác dụng lên mặt đường (bằng giá trị xung lực chia cho diện tích tấm ép), độ võng mặt đường ở các vị trí quy định (do các đầu cảm biến đo võng ghi lại) là cơ sở để xác định cường độ kết cấu mặt đường.

**2.2** Thiết bị FWD được lắp đặt trên một chiếc moóc và được một xe ô tô tải nhẹ kéo đi trong quá trình di chuyển và đo đạc. Việc điều khiển quá trình đo và thu thập số liệu được tự động thông qua phần mềm chuyên dụng. Tại vị trí cần kiểm tra, tấm ép và các đầu đo võng được hạ xuống tiếp xúc với mặt đường. Hệ thống điều khiển nâng khối tải trọng lên độ cao quy định và rơi tự do xuống tấm ép gây ra một xung lực xác định tác dụng lên mặt đường. Các đầu cảm biến đo võng sẽ ghi lại độ võng của mặt đường ở các khoảng cách quy định. Trị số xung lực và độ võng được ghi lại vào file dữ liệu. Sau khi đo xong, tấm ép và các đầu đo võng được nâng lên và thiết bị được di chuyển đến vị trí kiểm tra tiếp theo.

### 3 Các bộ phận chính của thiết bị đo

#### 3.1 Bộ phận tạo xung lực

**3.1.1** Khối tải trọng được đưa lên độ cao quy định, sau đó rơi tự do thẳng đứng theo một thanh dẫn, đập vào một tấm ép thông qua bộ phận giảm chấn lò xo (hoặc cao su), tạo nên một xung lực tác dụng lên mặt đường tại vị trí đặt tấm ép.

**3.1.2** Thời gian tác dụng của xung lực lên mặt đường phù hợp với điều kiện tác động thực tế của tải trọng lên mặt đường. Thông thường, bộ phận giảm chấn được thiết kế có độ cứng phù hợp để đảm bảo thời gian tác dụng của xung lực vào khoảng từ 0,02 giây đến 0,06 giây.

#### 3.2 Tấm ép

- Tấm ép truyền tác dụng của tải trọng lên mặt đường có dạng hình tròn, đường kính  $D=30\text{cm}$ .
- Tấm ép được chế tạo bằng hợp kim, mặt đáy tấm ép có dán một lớp cao su mỏng.
- Giữa tâm của tấm ép có lỗ rỗng để đặt các cảm biến.

#### 3.3 Các cảm biến đo võng

**3.3.1** Độ võng trên mặt đường dưới tác dụng của xung lực được đo bằng các đầu đo cảm biến. Số lượng đầu đo võng thông thường là 7 đầu đo, tối thiểu là 5 đầu đo .

**3.3.2** Các đầu đo võng được lắp đặt thẳng hàng trên một giá đỡ dọc theo hướng xe đo. Có một đầu đo đặt tại tâm tấm ép, các đầu đo khác cách tâm một khoảng cách quy định. Thông thường, khoảng cách giữa các đầu đo là 30cm (khoảng cách giữa các đầu đo đến tâm tấm ép theo thứ tự là: 30, 60, 90, 120, 150, 180 mm ...).

**3.3.3** Khi tiến hành đo độ võng bằng thiết bị FWD để xác định mô đun đàn hồi của đất nền đường, vị trí cảm biến đo võng có thể thay đổi tùy theo độ cứng và tổng bề dày của kết cấu áo đường, nhưng khoảng cách  $r$  từ chiếc cảm biến đo võng kề chiếc cảm biến đo võng cuối cùng đến tâm tấm ép phải thoả mãn điều kiện sau:

$$r \geq 0,7a_c \quad (1)$$

trong đó:

- $r$  là khoảng cách từ chiếc cảm biến đo võng kề chiếc cảm biến đo võng cuối cùng đến tâm tấm ép, cm;
- $a_c$  là bán kính của bầu ứng suất nằm ở mặt phân cách giữa nền đất với kết cấu m đường;  $a_c$  được tính theo công thức sau:

$$a_e = \sqrt{a^2 + \left( D \sqrt[3]{\frac{E_p}{M_r}} \right)^2} \quad (2)$$

trong đó:

- a là bán kính tấm ép của thiết bị FWD, cm;
- D là tổng chiều dày các lớp trong kết cấu áo đường nằm phía trên nền đất, cm;
- $E_p$  là mô đun đàn hồi hữu hiệu của kết cấu áo đường nằm phía trên nền đất, cm;
- $M_r$  là mô đun đàn hồi của lớp đất nền, được tính ngược từ các số liệu đo được bằng thiết bị FWD, MPa.

**3.3.4** Việc bố trí các cảm biến phải chọn r theo kinh nghiệm (vì chưa có  $M_r$  và  $E_p$  để tính  $a_e$ ). Sau khi đã tính ra  $M_r$  và  $E_p$  từ các kết quả đo độ võng bằng thiết bị FWD, phải kiểm tra lại trị số của r đã chọn xem có thỏa mãn công thức (1) hay không. Nếu không thỏa mãn thì được phép lấy số đo ở cảm biến cuối cùng xa nhất để tính toán. Khoảng cách r này theo kinh nghiệm, lấy từ 0,9m đến 1,2 m. Không nên lấy r quá lớn vì độ chính xác của độ võng sẽ giảm do trị số độ võng quá nhỏ và nhỏ hơn độ chính xác của thiết bị đo. Việc lựa chọn r sao cho tỉ số  $r/a_e$  lớn hơn trị số 0,7 và gần giá trị 0,7 nhất.

### 3.4 Cảm biến đo lực

**3.4.1** Độ lớn của xung lực phụ thuộc không những vào trọng lượng quả rơi, độ cao rơi, mà còn còn phụ thuộc vào các yếu tố khác (ma sát giữa quả nặng với thanh dẫn hướng, khả năng tiếp xúc giữa tấm ép và mặt đường...).

**3.4.2** Bộ phận cảm biến đo lực (load-cell) có khả năng đo được giá trị xung lực lớn nhất tác dụng lên mặt đường tại mỗi lần khối tải trọng rơi. Cảm biến đo lực làm việc theo nguyên lý điện trở hoặc hiệu điện thế của dòng điện, có độ chính xác đo cao.

### 3.5 Hệ thống ghi, lưu trữ và xử lý số liệu

Các dữ liệu như độ lớn tải trọng (xung lực) tác dụng, áp lực tác dụng lên mặt đường, trị số độ võng của mặt đường đo được ...vv, được phần mềm chuyên dụng ghi lại vào máy tính. Các thông tin hỗ trợ khác như nhiệt độ không khí, nhiệt độ mặt đường, khoảng cách giữa các vị trí đo, lý trình vị trí đo được lưu lại bằng phần mềm hoặc ghi lại vào sổ tay.

Ghi chú: xem hình ảnh các bộ phận chính của thiết bị tại Phụ lục E.

## 4 Công tác chuẩn bị

### 4.1 Về thiết bị đo

#### **4.1.1 Thiết bị đo động FWD**

- Cần hiệu chỉnh các bộ phận của thiết bị đo theo hướng dẫn sử dụng kèm theo của mỗi loại thiết bị FWD. Đặc biệt cần chú ý bảo đảm chế độ hiệu chỉnh và bảo dưỡng các bộ phận tạo xung lực, đo xung lực và các cảm biến đo võng.

- Việc bảo dưỡng và hiệu chỉnh thiết bị phải thực hiện đúng chu kỳ và thời gian quy định để đảm bảo thiết bị làm việc với độ chính xác cao:

+ Các đầu đo võng: Sai số đo độ võng không vượt quá  $\pm 0,002\text{mm}$ ;

+ Các cảm biến đo lực : Sai số đo xung lực không vượt quá 2%.

Ghi chú: Có thể tham khảo một số quy định chung về công tác bảo dưỡng thiết bị FWD trong Phụ lục C.

#### **4.1.2 Các dụng cụ thí nghiệm khác**

Chuẩn bị đầy đủ : nhiệt kế, nước hoặc glycerin, búa, đục.

#### **4.1.3 Các dụng cụ đảm bảo an toàn giao thông**

Chuẩn bị đầy đủ: cờ hiệu, biển báo, đèn nhấp nháy báo hiệu xe đang làm việc.

### **4.2 Mật độ điểm đo**

**4.2.1** Nếu tuyến đường cần đánh giá cường độ có chiều dài lớn, chia tuyến đường thành các đoạn đồng nhất, tiến hành đo đạc trên đoạn đại diện của mỗi đoạn đồng nhất:

- Chia tuyến đường cần đo đạc thành các đoạn đồng nhất. Các đoạn được coi là đồng nhất khi có các yếu tố sau đây giống nhau: loại hình mặt đường theo điều kiện gây ẩm, trạng thái bề mặt áo đường, kết cấu áo đường, chiều dày kết cấu, loại đất nền trên cùng, lưu lượng xe chạy...

Các số liệu này sẽ được lấy từ hồ sơ của các cơ quan quản lý đường, các số liệu thu thập được qua khảo sát thực tế ngoài hiện trường do nhóm chuyên gia có kinh nghiệm thực hiện.

- Chọn đoạn đại diện trên mỗi đoạn đồng nhất. Đoạn đại diện có chiều dài từ 500 mét đến 1000 mét. Mỗi đoạn đại diện chọn lấy 20 điểm đo. Với những đoạn đồng nhất, đặc biệt ngắn nhưng có tính chất khác hẳn các đoạn xung quanh (điều kiện địa chất thủy văn phức tạp hoặc đoạn qua vùng đất yếu, đoạn hư hỏng cục bộ...), thậm chí nhỏ hơn 100 mét cũng phải đo đủ tối thiểu 15 điểm.

**4.2.2** 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 quy định tại khoản 4.2.1 hoặc theo yêu cầu cần phải đo với mật độ đồng đều thì quy định mật độ đo như sau:

- Đối với dự án lập báo cáo đầu tư và quản lý khai thác đường ô tô: mật độ đo từ 5 - 10 điểm đo / 1 km.

- Đối với dự án đầu tư (thiết kế cơ sở và thiết kế kỹ thuật): đo rải đều trên toàn tuyến với mật độ 20 điểm đo / 1km.

**4.2.3** Chọn vị trí các điểm đo: các điểm đo vồng thường được bố trí ở vệt bánh xe phía ngoài (cách mép mặt đường 0,6 - 1,2 mét), là nơi thông thường có độ vồng cao hơn các vệt bánh phía trong. Với đường nhiều làn xe, khi quan sát bằng mắt thấy tình trạng mặt đường trên các làn khác nhau, phải đo vồng của làn yếu nhất. Trị số đo này sẽ đại diện cho độ vồng tại mặt cắt ngang của đường nhiều làn xe.

## **5 Đo độ vồng dọc tuyến đường**

### **5.1 Đo độ vồng của mặt đường**

**5.1.1** Việc vận hành, điều khiển thiết bị đo độ vồng động FWD được thực hiện thông qua phần mềm chuyên dụng kèm theo thiết bị (xem Phụ lục A và B).

**5.1.2** Ô tô kéo thiết bị FWD đến vị trí cần đo độ vồng. Mặt đường tại vị trí đo phải được làm sạch. Nếu cần, dùng chổi quét để tẩm ép và các cảm biến đo vồng tiếp xúc tốt với mặt đường.

**5.1.3** Hạ tẩm ép và hệ cảm biến đo vồng, điều khiển thiết bị để hạ tẩm ép và hệ cảm biến đo vồng của thiết bị xuống vị trí cần đo. Các cảm biến phải nằm trên một đường thẳng qua tâm tẩm ép, song song với trục tim đường và phải tiếp xúc tốt với bề mặt mặt đường.

#### **5.1.4** Đo độ vồng

- Bước 1: điều khiển để cơ cấu thủy lực đưa khối tải trọng lên độ cao quy định và thả khối tải trọng rơi đập vào tẩm ép thông qua bộ phận giảm chấn (lò xo hoặc tẩm cao su) để truyền một xung lực xuống mặt đường. Đầu cảm biến đo lực sẽ xác định xung lực gây ra trên đường. Các đầu cảm biến sẽ tự động đo độ vồng của mặt đường ứng với các vị trí quy định. Cần chú ý điều chỉnh độ cao rơi hoặc trọng lượng quả nặng để xung lực tác dụng xuống mặt đường đạt trị số quy định là 40kN.

- Bước 2: lặp lại bước 1. So sánh kết quả đo vồng ở vị trí tâm tẩm ép giữa 2 lần đo. Nếu hai kết quả đo vồng khác nhau dưới 5% thì kết thúc đo. Sử dụng kết quả đo ở lần 2 làm cơ sở tính toán.

- Bước 3: nếu bước 2 không thoả mãn thì phải lặp lại bước 1 cho đến khi độ vồng của 2 lần đo liên tiếp không khác nhau quá 5%. Sử dụng kết quả đo lần cuối làm cơ sở tính toán.

## 22TCN 335-06

- Bước 4: nếu việc đo lặp như bước 1 đến lần thứ 5 mà vẫn không đạt thì cần thực hiện các công tác như sau:

- + Kiểm tra lại hệ thống thiết bị thí nghiệm;
- + Xem xét lại tình trạng tiếp xúc giữa tấm ép và các đầu đo vồng với mặt đường;
- + Di chuyển thiết bị đến vị trí mới cách vị trí cũ 1~2m và tiến hành đo lại.

- Các thông số kỹ thuật của thiết bị và kết quả đo đạc được máy tính ghi lại trong file kết quả.

- Cần chụp ảnh, ghi chú tình trạng mặt đường (nứt nẻ, lún, hằn vệt bánh xe...) và mực nước hai bên đường ở đoạn đường tiến hành kiểm tra vào sổ nhật ký đo đạc.

- Cần chú ý bảo đảm an toàn trong quá trình đo, tổ chức chắn đường trong khi đo bằng các barie có treo biển báo hiệu và đèn phát quang. Các thành viên tham gia đo đạc kể cả lái xe đều phải được huấn luyện kỹ nghiệp vụ đo và an toàn giao thông khi làm việc.

### 5.2 Đo nhiệt độ mặt đường

Việc đo nhiệt độ mặt đường được tiến hành trong suốt quá trình đo vồng dọc tuyến phục vụ cho việc hiệu chỉnh các kết quả đo vồng về nhiệt độ tính toán. Khoảng 30 phút lại đo nhiệt độ 1 lần. Việc đo nhiệt độ mặt đường chỉ thực hiện đối với đường có lớp mặt phủ nhựa lớn hơn hoặc bằng 5cm. Cách đo như sau:

- Dùng búa và đục nhọn tạo thành một hố nhỏ sâu chừng 45mm ở mặt đường, gần vị trí đo vồng;
- Đổ nước hay glycerin vào hố, đợi chừng vài phút;
- Dùng nhiệt kế đo nhiệt độ của chất lỏng trong hố cho đến khi nhiệt độ không thay đổi thì ghi trị số nhiệt độ đo ( $t^{\circ}\text{C}$ ).

Chú ý: tránh không để vị trí đo nhiệt độ bị bóng của xe ô tô hay các vật khác làm ảnh hưởng đến kết quả.

## 6 Xử lý kết quả đo vồng

### 6.1 Xác định Môđun đàn hồi của nền đường

#### 6.1.1 Môđun đàn hồi của nền đường tại 1 vị trí đo

Trị số môđun đàn hồi  $M_r$  của đất nền tại vị trí đo vồng bằng thiết bị FWD được tính ngược từ các kết quả đo vồng theo công thức sau:

$$M_{ri} = \frac{2,4P}{d_{ri}.r} \quad (3)$$

trong đó:

- $M_{ri}$  là mô đun đàn hồi của lớp đất nền đường tại vị trí đo, MPa ;
- $P$  là tải trọng tác dụng (xung lực), KN ;
- $r$  là khoảng cách từ điểm đo độ võng đến tâm tấm ép truyền tải trọng (thỏa mãn điều kiện  $r \geq 0,7a_c$ ), cm;
- $d_r$  là độ võng của mặt đường (không điều chỉnh độ về nhiệt độ tính toán của mặt đường) tại điểm cách tâm tấm ép một khoảng là  $r$ , cm.

### 6.1.2 Mô đun đàn hồi đặc trưng của nền đường

$$M_r = \frac{\sum_1^n (M_{ri})}{n} \quad (4)$$

trong đó:

- $M_r$  là mô đun đàn hồi đặc trưng của nền đường trên mỗi đoạn đường đồng nhất hoặc trên cả đoạn đường thí nghiệm (trong trường hợp đo với mật độ rải đều - xem khoản 4.2), Mpa;
- $M_{ri}$  là mô đun đàn hồi của đất nền tại vị trí thử nghiệm thứ  $i$ , Mpa;
- $n$  là số điểm đo trên mỗi đoạn đường đồng nhất hoặc trên cả đoạn đường thí nghiệm (trong trường hợp đo với mật độ rải đều).

### 6.1.3 Mô đun đàn hồi hữu hiệu của nền đường dùng trong thiết kế

Trong tính toán thiết kế, trị số mô đun đàn hồi hữu hiệu của đất nền được lấy bằng trị mô đun đàn hồi tính toán nhân với một hệ số hiệu chỉnh là  $C=0,33$ :

$$M_r^{tkế} = 0,33. M_r \quad (5)$$

trong đó:

- $M_r^{tkế}$  là mô đun đàn hồi hữu hiệu của nền đường dùng trong thiết kế, Mpa;
- $M_r$  là mô đun đàn hồi đặc trưng của nền đường trên mỗi đoạn đường đồng nhất hoặc trên cả đoạn đường thí nghiệm (trong trường hợp đo với mật độ rải đều - xem khoản 4.2), Mpa.

## 6.2 Xác định mô đun đàn hồi hữu hiệu $E_p$ của kết cấu mặt đường

### 6.2.1 Mô đun đàn hồi hữu hiệu của kết cấu mặt đường tại 1 vị trí đo

Khi đã biết  $M_r$  từ các số liệu đo võng bằng FWD và tổng chiều dày  $D$  của kết cấu áo đường (khoan, đào hố để đo hoặc dùng các thiết bị hiện đại không phá huỷ để xác định), sử dụng trị số độ võng của mặt đường ở tâm tấm ép ( $d_0$ ) để tính ra  $E_{pi}$  theo công thức sau:

$$d_0 = 1,5 \cdot p \cdot a \cdot \left\{ \frac{1}{M_r \sqrt{1 + \left( \frac{D}{a} \sqrt{\frac{E_p}{M_r}} \right)^2}} + \frac{\left[ 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left( \frac{D}{a} \right)^2}} \right]}{E_{pi}} \right\}; \quad (6)$$

trong đó:

- $d_0$  là độ võng đo được ở tâm của tấm ép truyền tải trọng (đã được điều chỉnh về nhiệt độ chuẩn tính toán của mặt đường nhựa ở 30°C), cm (xem phụ lục D);
- $p$  là áp lực truyền qua tấm ép, MPa;
- $a$  là bán kính tấm ép của thiết bị FWD, cm;
- $D$  là tổng chiều dày của toàn bộ kết cấu mặt đường, cm;
- $E_{pi}$  là mô đun đàn hồi hữu hiệu của kết cấu mặt đường tại vị trí đo, MPa;
- $M_r$  là mô đun đàn hồi của lớp đất nền đường, MPa.

Ghi chú: Có thể dùng toán đồ ở hình 1 để xác định tỉ số  $E_p/M_r$  và từ đó tính ra  $E_p$ .

### 6.2.2 Mô đun đàn hồi hữu hiệu đặc trưng của kết cấu mặt đường

$$E_p = \frac{\sum^n (E_{pi})}{n} \quad (7)$$

trong đó:

- $E_p$  là mô đun đàn hồi hữu hiệu đặc trưng của kết cấu mặt đường trên mỗi đoạn đường đồng nhất hoặc trên cả đoạn đường thí nghiệm (trong trường hợp đo với mật độ rải đều - xem khoản 4.2), Mpa;
- $E_{pi}$  là mô đun đàn hồi hữu hiệu của kết cấu mặt đường tại vị trí thử nghiệm thứ  $i$ , Mpa;
- $n$  là số điểm đo trên mỗi đoạn đường đồng nhất hoặc trên cả đoạn đường thí nghiệm (trong trường hợp đo với mật độ rải đều).

## 7 Đánh giá tình trạng kết cấu mặt đường

Từ các kết quả đo đặc độ võng của mặt đường bằng thiết bị FWD, ta đánh giá được tình trạng chất lượng của mặt đường thông qua chỉ số kết cấu hữu hiệu  $SN_{eff}$ .

Trị số của  $SN_{eff}$  được xác định theo công thức sau:

$$SN_{eff} = 0,0093 \cdot D \cdot \sqrt[3]{E_p} \quad (8)$$

trong đó:

- $SN_{eff}$  là chỉ số kết cấu hữu hiệu của mặt đường hiện tại;



**D** là tổng chiều dày của toàn bộ kết cấu mặt đường, cm;

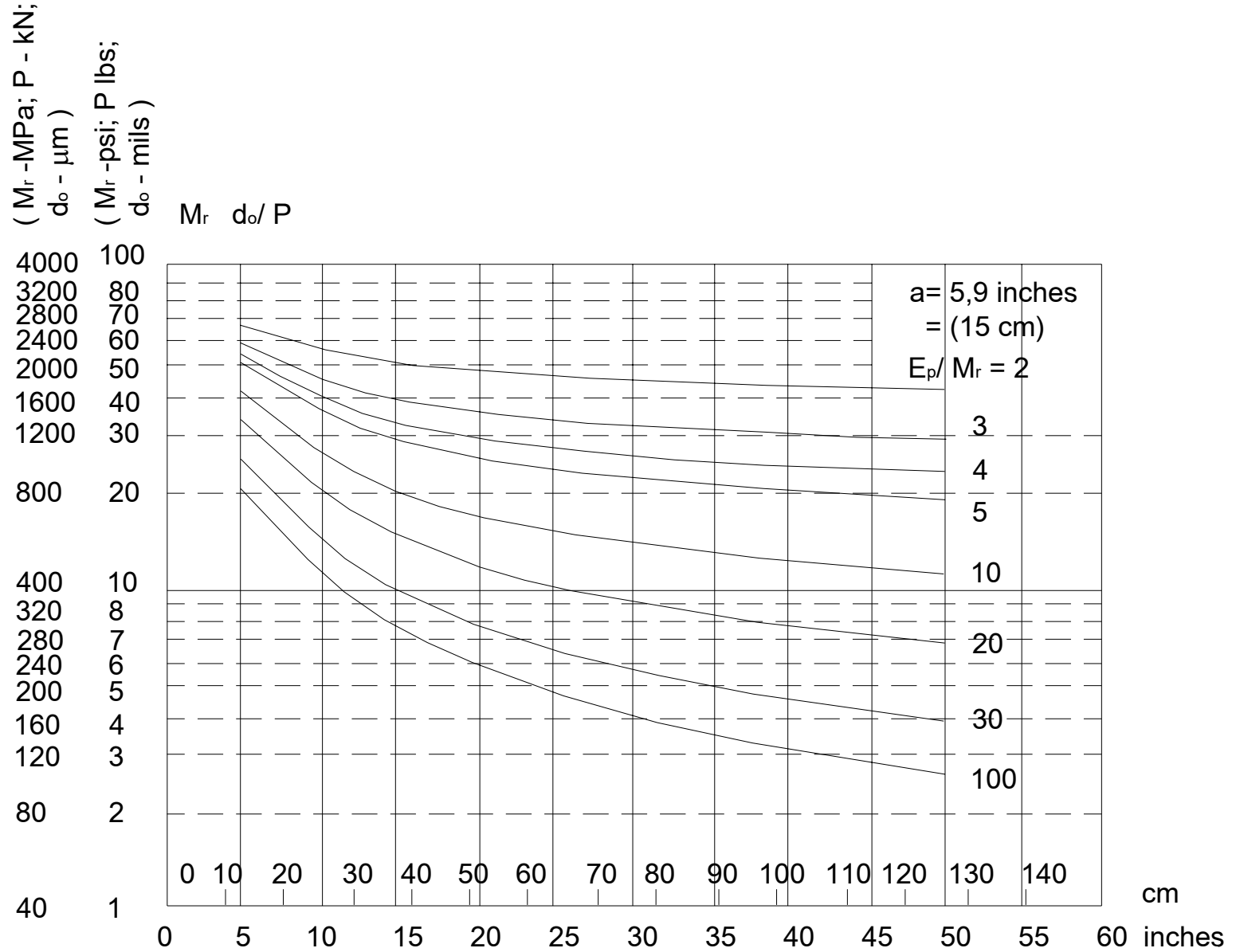
**E<sub>p</sub>** là mô đun đàn hồi hữu hiệu của kết cấu mặt đường, xác định theo công thức (7), Mpa.

Chỉ số kết cấu hữu hiệu  $SN_{eff}$  tính được sẽ dùng cho việc thiết kế tăng cường mặt đường cũ theo Tiêu chuẩn 22 TCN 274-01 (Tiêu chuẩn thiết kế mặt đường mềm- Specification for Design flexible pavement).

**KT. BỘ TRƯỞNG**

**THỨ TRƯỞNG**

**Nguyễn Việt Tiến**



TỔNG CHIỀU DÀY KẾT CẤU MẶT ĐƯỜNG - D

Hình 1. Xác định tỷ số  $E_p/M_r$  khi biết  $M_r$ ,  $d_o$ ,  $P$  và  $a$

**PHỤ LỤC A****THIẾT LẬP CÁC THÔNG SỐ HỆ THỐNG CHO PHẦN MỀM ĐIỀU KHIỂN  
THIẾT BỊ ĐO ĐỘNG FWD**

Trước khi sử dụng phần mềm chuyên dụng để điều khiển thiết bị FWD , cần thiết lập các thông số hệ thống sau cho chương trình:

- 1- File thông số hệ thống
- 2- Số lượng đầu đo độ võng
- 3- Vị trí của các đầu đo độ võng
- 4- Số lần rơi của quả tải trọng
- 5- Áp lực tác dụng lên mặt đường do quả tải trọng gây ra.

## PHỤ LỤC B

### CÁC BƯỚC SỬ DỤNG PHẦN MỀM ĐIỀU KHIỂN ĐỂ VẬN HÀNH THIẾT BỊ ĐO

- Bật công tắc nguồn bộ vi xử lý (hardware).
- Khởi động máy tính. Chạy phần mềm điều khiển thiết bị FWD đã cài đặt trên máy tính. Sau khi phần mềm đã được kích hoạt và hiện thị hệ thống chương trình trên màn hình máy tính, tiến hành đo thử nghiệm theo trình tự sau:
  - 1- Thiết lập đường dẫn tới thư mục chứa dữ liệu.
  - 2- Tạo File mới (hoặc mở một File cũ) để lưu dữ liệu.
  - 3- Nhập thông tin khai báo về tuyến đường và đoạn đường sẽ đo.
  - 4- Chọn loại kết cấu mặt đường.
  - 5- Nhập nhiệt độ mặt đường ( trong trường hợp là mặt đường bê tông nhựa).
  - 6- Nhập các ghi chú (nếu thấy cần thiết).
  - 7- Nhập các dữ liệu khác như: điều kiện thời tiết ảnh hưởng tình trạng mặt đường (tốt hay nứt nẻ...).
  - 8- Ghi lại những chú thích cần thiết về vị trí thử nghiệm, hướng tiến hành thử nghiệm, số làn xe...vv.
  - 9- Kích vào nút “ Start” để hệ thống thiết bị bắt đầu tiến hành đo.
  - 10- Các dữ liệu về thông số ban đầu và kết quả đo được sẽ được phần mềm tự động ghi lại vào ổ cứng của máy tính theo địa chỉ file đã được xác định ở trên.
  - 11- Sau khi thực hiện đo xong tại một vị trí, di chuyển thiết bị FWD tới vị trí đo tiếp theo và tiến hành đo theo trình tự như trên.
  - 12- Khi đo xong vị trí cuối cùng, ghi lại nhận xét chung cho cả đoạn đường đã kiểm tra.
  - 13- Đóng File lưu trữ dữ liệu và thoát khỏi chương trình điều khiển.
  - 14- Copy dữ liệu từ ổ cứng của máy tính sang đĩa mềm để lưu trữ hoặc để copy sang máy tính khác.

## PHỤ LỤC C

### CÔNG TÁC BẢO DƯỠNG ĐỊNH KỲ THIẾT BỊ FWD

Việc bảo dưỡng thiết bị đúng cách sẽ tăng độ chính xác của kết quả đo đạc thu được và làm cho thiết bị hoạt động một cách tin cậy. Các quy trình bảo dưỡng không cẩn thận sẽ làm cho các vấn đề nhỏ trở thành việc phải sửa chữa tốn kém. Cần tuân theo các chỉ dẫn trong sổ tay hướng dẫn từng bộ phận riêng nếu có.

#### **C.1 Công tác vệ sinh**

Không bao giờ dùng nước có áp lực cao để làm vệ sinh bên trong thiết bị FWD, đặc biệt không để các bộ phận điện tử bị dính nước. Phải dùng khăn ẩm để làm vệ sinh định kỳ ở những khu vực này.

#### **C.2 Kiểm tra các bộ phận bị hao mòn**

C.2.1 Bầu lọc dầu: thường cứ sau 3 tháng hoạt động phải tiến hành thay bầu lọc dầu. Cũng cần phải thay ngay nếu bầu lọc dầu bị bịt kín hoặc bị tắc.

C.2.2 Các tấm cao su phía dưới tấm ép: phải thay bỏ khi cao su bị hỏng hoặc mất độ cứng, thông thường khoảng 1 lần trong 1 năm hoặc cứ vào năm thứ 2 hoặc thứ 3, phụ thuộc vào mật độ sử dụng thiết bị.

#### **C.3 Kiểm tra định kỳ**

##### **C.3.1 Hàng tuần**

Hàng tuần cần kiểm tra áp lực lốp xe (xem kỹ thông số kỹ thuật). Xem lại độ cao của máy nâng phía sau (khi tổ hợp tấm ép và khối tải trọng được đặt trên giá đỡ bị khoá trong quá trình di chuyển).

##### **C.3.2 Hàng tháng**

Làm sạch thiết bị, xem xét độ hao mòn, đặc biệt là các cáp dây và các ống, độ dò rỉ và các bu lông có bị lỏng không ... Kiểm tra các ốc quy, tấm cao su, bộ giảm sóc.

##### **C.3.3 Hàng năm**

Bôi trơn các chỗ như đã chỉ dẫn ở trên thiết bị FWD.

##### **C.3.4 Chu kỳ 3 năm**

Kiểm tra dầu thủy lực và bầu lọc dầu.

Kiểm tra trục dẫn hướng của khối tải trọng, đảm bảo khối tải trọng không bị cản trở trong quá trình di chuyển lên xuống.

## PHỤ LỤC D

## XÁC ĐỊNH HỆ SỐ CHUYỂN ĐỔI NHIỆT ĐỘ CỦA MẶT ĐƯỜNG

Để hiệu chỉnh trị số độ võng  $d_o(t)$  của mặt đường nhựa đo ở nhiệt độ  $t$  về nhiệt độ tính toán (ở Việt Nam hiện nay là  $30^\circ\text{C}$ ), sử dụng phương pháp sau:

- Sử dụng toán đồ Hình 2 và Hình 3 để tìm hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ  $K(t)$  của độ võng  $d_o(t)$  của mặt đường bê tông nhựa đo bằng thiết bị FWD khi nhiệt độ mặt đường nhựa có nhiệt độ bất kì  $t^\circ\text{C}$  về độ võng  $d_o(20)$  ở nhiệt độ chuẩn tính toán  $20^\circ\text{C}$  (theo tiêu chuẩn AASHTO) trên cơ sở công thức:

$$K(t) = \frac{d_o(20)}{d_o(t)} \quad (9)$$

trong đó:

$K(t)$  - hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ;

$d_o(t)$  - độ võng tại tâm tấm ép đo được trên mặt đường bê tông nhựa, khi nhiệt độ của mặt đường bê tông nhựa là  $t^\circ\text{C}$ , mm;

$d_o(20)$  - độ võng đã được hiệu chỉnh về nhiệt độ chuẩn tính toán của mặt đường bê tông nhựa ở  $20^\circ\text{C}$  (theo tiêu chuẩn AASHTO), mm.

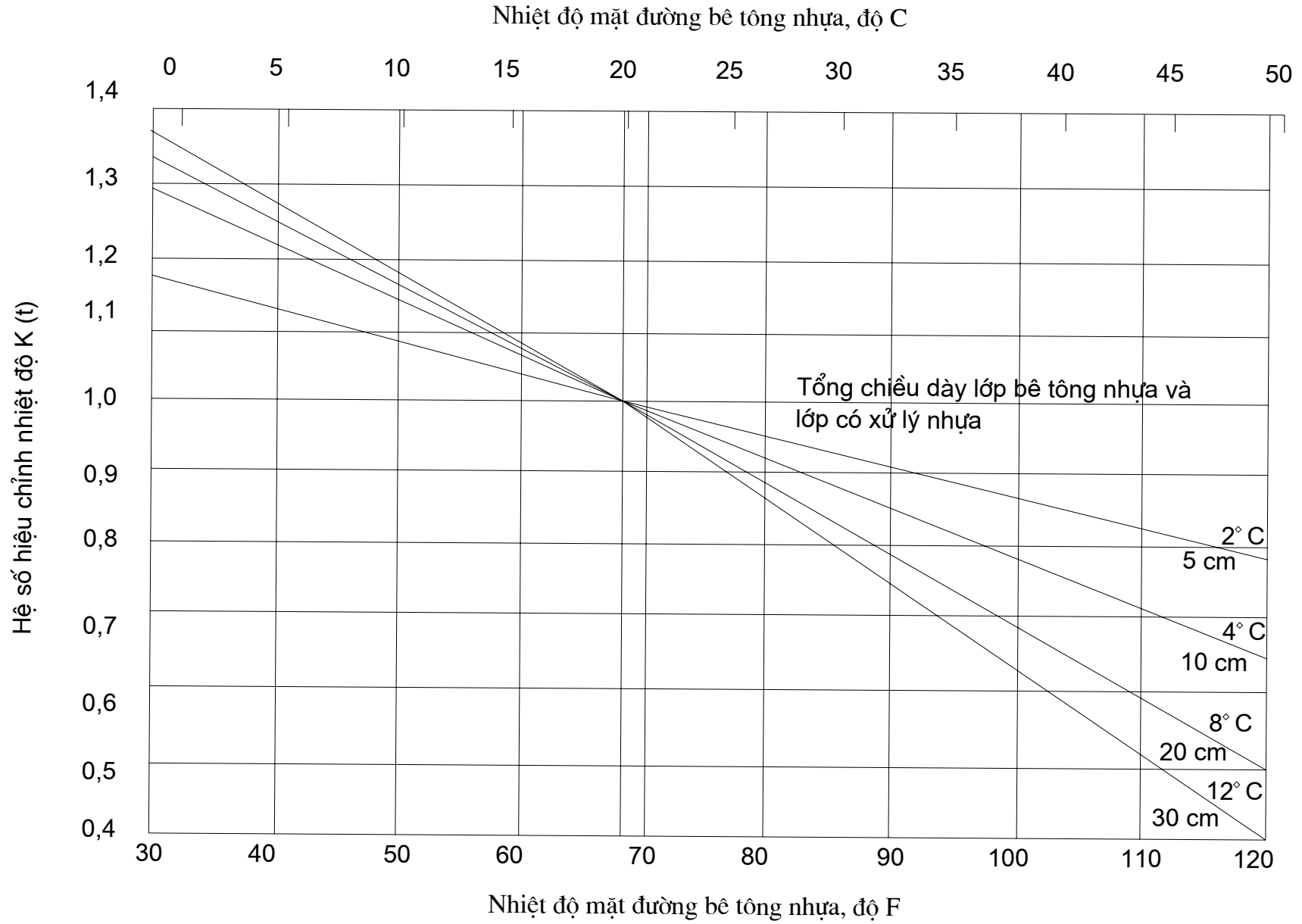
- Sử dụng toán đồ hình 2 và hình 3 để chuyển đổi độ võng  $d_o(t)$  đo được trên mặt đường bê tông nhựa ở nhiệt độ  $t^\circ\text{C}$  về độ võng ở bất kì một nhiệt độ chuẩn tính toán, ở Việt Nam là  $30^\circ\text{C}$ ,  $d_o(30)$ , bằng cách chuyển đổi hai lần như sau:

$$K(t_1) = \frac{d_o(20)}{d_o(t)}$$

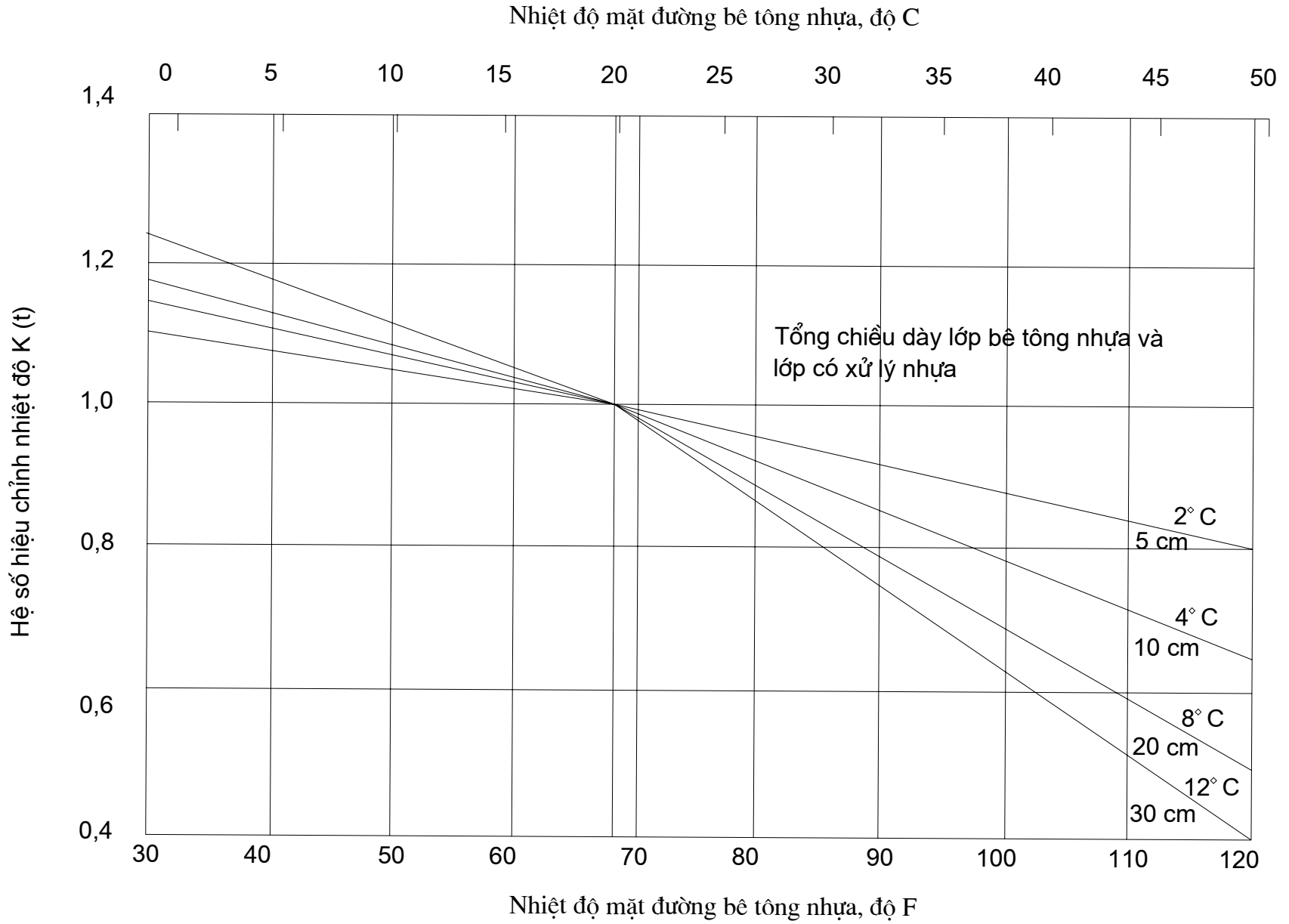
$$K(t_2) = \frac{d_o(20)}{d_o(30)}$$

Vậy:

$$d_o(30) = \frac{d_o(20)}{K(t_2)} = \frac{K(t_1)}{K(t_2)} \cdot d_o(t) \quad (10)$$



Hình 2. Hiệu chỉnh d. của mặt đường bê tông nhựa về nhiệt độ tính toán khi lớp móng trên là vật liệu hạt hoặc vật liệu có xử lý nhựa



Hình 3. Hiệu chỉnh  $d$  của mặt đường bê tông nhựa về nhiệt độ tính toán khi lớp móng trên làm bằng vật liệu có gia cố xi măng



**PHỤ LỤC E**  
**HÌNH ẢNH CÁC BỘ PHẬN CHÍNH CỦA THIẾT BỊ FWD**



Hình 4. Thiết bị FWD được một ô tô kéo đi khi di chuyển và đo đạc



Hình 5. Bộ phận tạo xung lực: Khối tải trọng + Thanh dẫn + Bộ phận giảm chấn



Hình 6. Tấm ép truyền tải trọng tác dụng xuống mặt đường



Hình 7. Các đầu cảm biến đo độ võng