

# KIỂM TOÁN DAO ĐỘNG DO PHƯƠNG TIỆN GIAO THÔNG GÂY RA TRONG CÔNG TÁC THIẾT KẾ NỀN ĐƯỜNG Ô TÔ TRÊN ĐẤT YẾU KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Lê Thành Trung<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Trường Đại học Thủ Dầu Một

Ngày nhận 29/12/2016; Chấp nhận đăng 29/01/2017; Email: ltrung@tdmu.edu.vn

---

## Tóm tắt

Bài báo này trình bày cơ sở lý thuyết về vấn đề kiểm toán dao động trong công tác thiết kế nền đường ô tô trên nền đất yếu theo tiêu chuẩn của Cộng Hòa Liên Bang Nga. Trên cơ sở đó, áp dụng vào công tác thiết kế nền đường ô tô trong điều kiện đất yếu ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long. Đồng thời, kiến nghị bổ sung điều kiện kiểm toán dao động trên vào quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu 22TCN – 262-2000.

**Từ khóa:** kiểm toán dao động nền đường, dao động nền đường

## Abstract

### **CALCULATING AND CHECKING THE VIBRATION CAUSED BY VEHICLES IN THE DESIGN OF HIGHWAY ROADBED ON SOFT SOILS IN THE AREA OF MEKONG DELTA**

*This paper presents the theoretical basis of the calculating and checking the vibration of highway roadbed on soft soils using the standards of the Federal Republic of Russia. The method is applied to the design of highway roadbed on soft soils in the area of the Mekong Delta. Vibration checking conditions are proposed to be added into the actual guide of survey and design of highway roadbed on soft soils 22TCN - 262-2000.*

---

## 1. Đặt vấn đề

Khi thiết kế xây dựng đường trong khu vực địa chất nền đất yếu người ta thường cố gắng hạ chiều cao đắp xuống càng nhiều thì càng tốt nhằm tăng ổn định trượt, giảm độ lún cho nền đường đắp. Tuy nhiên trên nền đất yếu, nếu nền đường đắp quá thấp thì dưới ảnh hưởng của tải trọng động do xe chạy, đất yếu ở dưới (đặc biệt là trong khu vực tác dụng của nền đường) sẽ xuất hiện các dao động đàn hồi không cho phép làm ảnh hưởng tới sự ổn định lâu dài của nền đường.

Tại mục IV.1.3 của quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu 22TCN – 262-2000 đã khuyến cáo: “cần cố gắng giảm chiều cao nền đắp để tạo điều kiện dễ đảm bảo ổn định và giảm độ lún; tuy nhiên trừ trường hợp đường tạm, chiều cao nền đắp tối thiểu phải từ 1,2 – 1,5m kể từ chỗ tiếp xúc với đất yếu, hoặc phải là 0,8 – 1,0m kể từ bề mặt tầng đệm cát (nếu có) để đảm bảo phạm vi khu vực tác dụng của nền mặt đường không bao gồm vùng đất yếu. Trị số của chiều cao đắp tối thiểu nói trên được áp dụng cho nền đắp đường cao tốc và các đường có nhiều xe tải nặng, trị số thấp áp dụng cho nền đắp các đường khác”.

Quy trình 22TCN-262-2000 chỉ mới đưa ra được lời khuyên tổng quát về chiều cao đắp tối thiểu trên đất yếu mà không có giải thích và định lượng rõ ràng. Trong nước cũng chưa có một công trình, một tài liệu nào nghiên cứu cụ thể về chiều cao tối thiểu này. Vì vậy, nội dung của bài báo này trình bày những nghiên cứu xác định chiều cao tối thiểu của nền đường đắp thấp nhằm loại trừ dao động đàn hồi không cho phép do tải trọng động gây ra trong điều kiện nền đất yếu khu vực đồng bằng sông Cửu Long nhằm làm sáng tỏ vấn đề đã nêu ở trên.

**2. Cơ sở lý thuyết tính toán động lực học nền đất yếu**

Hiện nay, trong tiêu chuẩn của Cộng hòa Liên Bang Nga [1] khi tính toán ổn định của nền đắp trên đất yếu đã xét đến dao động do phương tiện giao thông:

Để đảm bảo đất yếu dưới nền đắp thấp không bị phá vỡ kết cấu do ảnh hưởng bởi dao động đàn hồi từ tải trọng động (xe chạy) gây ra thì khi tính toán động lực học nền đắp phải thỏa mãn điều kiện:  $a_{tt} \leq a_{cf}$  (1); trong đó:  $a_{tt}$  – (mm/sec<sup>2</sup>) gia tốc dao động tính toán của nền đắp thiết kế trên đất yếu,  $a_{cf}$  – (mm/sec<sup>2</sup>) gia tốc dao động của nền đắp cho phép giới hạn trên đất yếu được xác định phụ thuộc vào loại mặt đường thiết kế và tần số dao động của nền đắp (hình 1).

Gia tốc dao động của nền đắp thiết kế trên đất yếu được tính toán theo công thức:  $a_{tt} = A\omega^2$  (2); trong đó: A (mm) – biên độ dao động của nền đắp trên đất yếu xác định theo công thức:  $A = l(K_d - 1)$  (3)

l – Độ võng đàn hồi của nền đất yếu gây nên do tải trọng tĩnh từ bánh xe của xe tính toán.

$K_d$  – Hệ số động học đặc trưng sự tăng độ võng do hiệu quả dịch chuyển của tải trọng.

$\omega$  (sec<sup>-1</sup>) - tần số dao động riêng của nền đắp, xác định theo công thức sau:

$$\omega = \frac{1}{h_{dy}} \sqrt{\frac{E_{qd} \cdot g}{\rho_{dy} \left(1 + \frac{K_2}{3 \cdot K_1}\right)}} \cdot \frac{K_2}{K_1} \tag{4}$$

Trong đó:  $E_{qd}$  (kN/m<sup>2</sup>) – môđun đàn hồi quy đổi của đất yếu được xem xét trong điều kiện không có dịch chuyển hông.

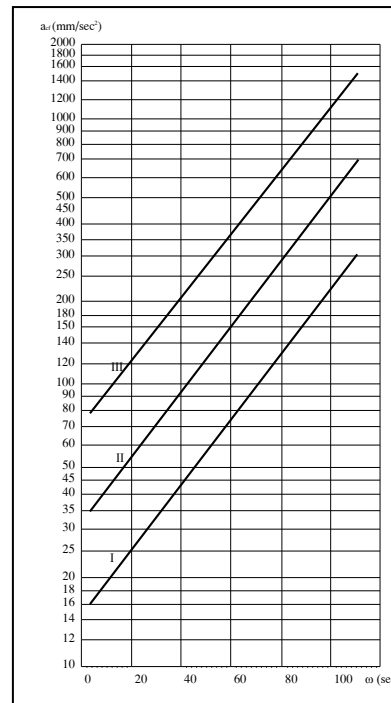
$$E_{qd} = E_{dy} \frac{(1 - \mu)^2}{1 - 2 \cdot \mu} \tag{Mpa} \tag{5}$$

$E_{dy}$  – môđun đàn hồi của đất yếu được nén dưới nền đắp, xác định theo các số liệu thí nghiệm nén hay bằng tấm ép. Trị số  $E_{dy}$  cũng được xác định theo mối quan hệ thực nghiệm  $E_{dy} = f(\rho_d, \lambda_n)$  được nêu ra trên đồ thị hình 2.

$\lambda_n$  – Biến dạng nén tương đối của đất yếu được nén dưới nền đắp.

$\mu$  - Trị số trung bình của hệ số Poisson đối với đất yếu, khi không có số liệu thực nghiệm cho phép lấy  $\mu = 0,35$ . Khi đó thì  $E_{qd} = 1,41 \cdot E_{dy}$

g - Gia tốc trọng trường ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ )



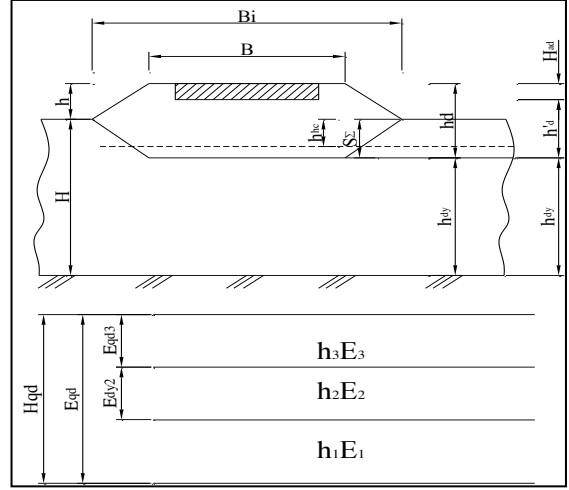
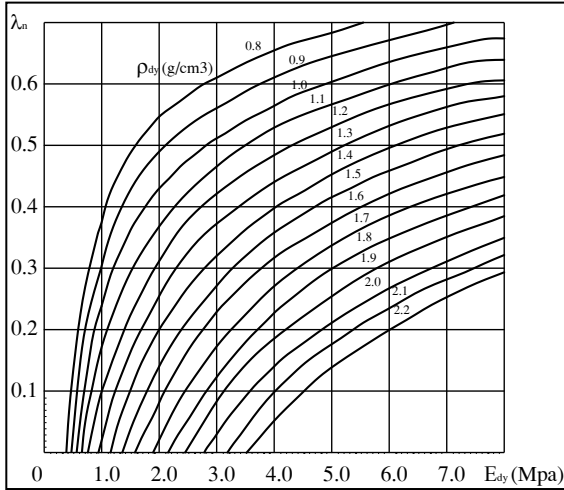
**Hình 1.** Toàn đồ xác định gia tốc dao động ( $a_{cf}$ ) của nền đắp cho phép giới hạn trên đất yếu

- I: Đối với mặt đường cấp cao chủ yếu,
- II: Đối với mặt đường cấp cao thứ yếu,
- III: Đối với mặt đường cấp thấp.

$$K_1 = \frac{h_d}{h_{dy}} ; K_2 = \frac{\rho_{dy}}{\rho_d} \quad (6)$$

$h_d, \rho_d$  – Chiều cao đắp tổng cộng và trọng lượng riêng của nền đắp (sơ đồ hình 3), trong đó  $h_d = h + S_{\Sigma} = H_{\text{áo đường}} + h_d'$  (7)

$h_{dy}, \rho_{dy}$  – Chiều dày lớp đất yếu dưới nền đắp (m) và trọng lượng riêng của đất yếu ( $\text{kN/m}^3$ ).



**Hình 2.** Toán đồ xác định môđun đàn hồi  $E_{dy}$  của đất yếu

**Hình 3.** Sơ đồ tính toán

Độ võng đàn hồi của đất yếu được tính theo công thức:

$$l = \frac{p \cdot D}{E_{dy}} \cdot K \cdot \eta \cdot n \quad (8)$$

Trong đó:  $D$  – đường kính tính toán của vệt bánh xe tính toán (m);  $p$  – áp lực bánh xe tính toán lên mặt đường (Mpa);  $K$  – Hệ số tổng hợp xét đến các kích thước cuối cùng của đất yếu và khả năng phân bố của nền đắp. Hệ số  $K$  xác định theo đồ thị hình 4a phụ thuộc vào tỷ số  $h_d/D$  và  $h_{dy}/D$ ;  $\eta$  – Hệ số thay đổi ứng suất tiếp xúc trong các lớp có độ cứng khác nhau, phụ thuộc chủ yếu vào tỷ số độ cứng được thể hiện bằng các môđun đàn hồi. Các trị số để tính hệ số  $\eta$  như là hàm số của tỷ số  $E_d/E_{dy}$  đối với  $h_d \geq 2 \cdot D$  và được xác định theo đồ thị hình 4b;  $E_{dy}$  - Môđun đàn hồi của đất yếu (Mpa);  $n$  - Hệ số xác định theo bảng 1.

Hệ số động lực  $K_d$  bằng tỷ số giữa độ võng động học lớn nhất của nền đất yếu gây ra bởi xe chạy với trị số độ võng tĩnh và được xác định theo đồ thị hình 5 phụ thuộc vào hệ số chống rung  $\psi$ , hệ số chống rung  $\psi$  bằng  $0,33/E_{dy}$ .

### 3. Nội dung và kết quả nghiên cứu

#### 3.1. Các số liệu để tính toán

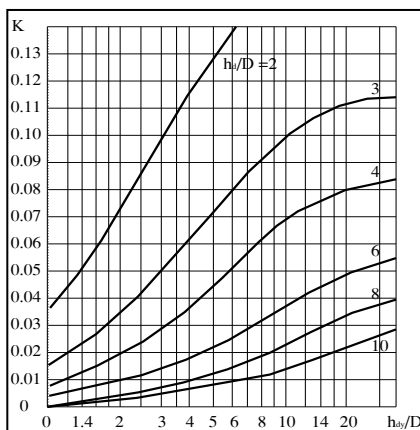
Nội dung tính toán được thực hiện theo các số liệu địa chất đặc trưng cho nền đất yếu khu vực đồng bằng sông Cửu Long [2] (bảng 2) và tính cho hai trường hợp đối với nền đất yếu có 01 lớp đất yếu và có nhiều lớp (sơ đồ hình 6 và 10).

**Cấp đường và bề rộng nền đường:** được lấy theo TCVN 4054-2005 kèm theo các thông số tốc độ thiết kế và bề rộng tối thiểu của nền đường, xác định theo bảng 3. **Loại mặt đường tính toán:** được áp dụng với ba loại mặt đường như được quy định trong TCN 211-06: Mặt

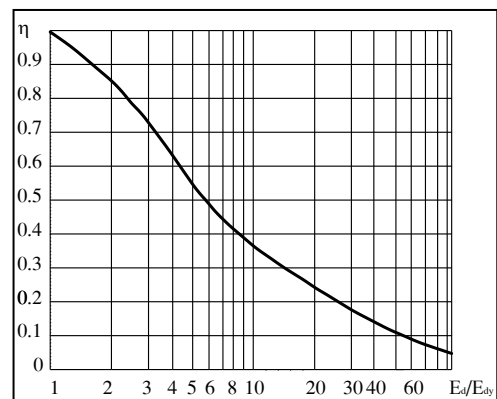
đường cấp cao chủ yếu A1; mặt đường cấp cao thứ yếu A2 và mặt đường cấp thấp (B1, B2).  
**Nền đường đắp:** Vật liệu đắp nền đường phải tuân thủ các quy định của các tiêu chuẩn kỹ thuật hiện hành. Thông thường trong vùng đồng bằng phía Nam, nền đường được đắp bằng cát, có đắp bao bằng đất dính phía ngoài. Một cách tương đối có thể lấy dung trọng riêng của nền đắp  $\gamma_d=1,90 \text{ g/cm}^3$ , ứng với độ ẩm tương đối  $a = 0,60$  ta được môđun đàn hồi của nền đường  $E_d = 45\text{Mpa}$  (bảng B-3 tiêu chuẩn 22TCN – 211-06). Đối với công trình thực tế các trị số tham khảo trên cần được bổ sung chính xác. **Tải trọng tính toán:** Đường kính vệt bánh xe tính toán  $D=36\text{cm}$  (hoặc  $D=33\text{cm}$  tùy theo tải trọng xe tính toán thực tế), áp lực bánh xe trên mặt đường  $p=0,6\text{Mpa}$ , riêng đối với trường hợp xe có tải trọng rất lớn thì được tính toán cụ thể theo 22TCN 251-98.

**Bảng 1. Xác định hệ số n**

$h_d/D$	$\leq 2,5$	3	3,5	4	4,5	$\geq 5,0$
n	5	4	3	2	1,5	1,3



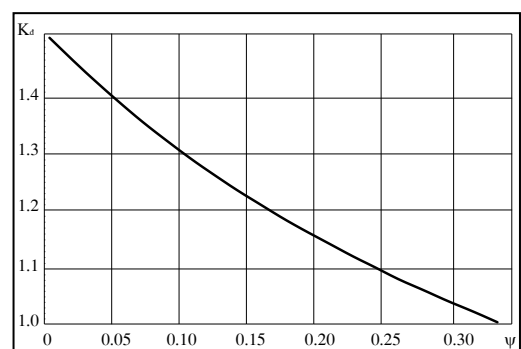
**Hình 4a. Đồ thị xác định hệ số tổng hợp K**



**Hình 4b. Đồ thị xác định hệ số η**

**Bảng 2. Số liệu địa chất đặc trưng của miền Nam**

Đặc trưng cơ lý	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
Dung trọng riêng	$\rho (\gamma_w)$	$\text{g/cm}^3$	1,50
Độ ẩm tự nhiên	W	%	40
Góc ma sát trong	$\varphi$	độ	3 <sup>0</sup>
Lực dính	C	$\text{kG/cm}^2$	0.067
Hệ số rỗng	$e_o$	-	2,0
Áp lực tiên cố kết	P <sub>c</sub>	T/m <sup>2</sup>	5,2
Chỉ số nén	C <sub>c</sub>	-	1,2
Chỉ số nở	C <sub>s</sub>	-	0.12



**Hình 5. Đồ thị xác định hệ số động học K<sub>d</sub>**

**Bảng 3. Bảng chi tiết cấp đường và bề rộng nền đường**

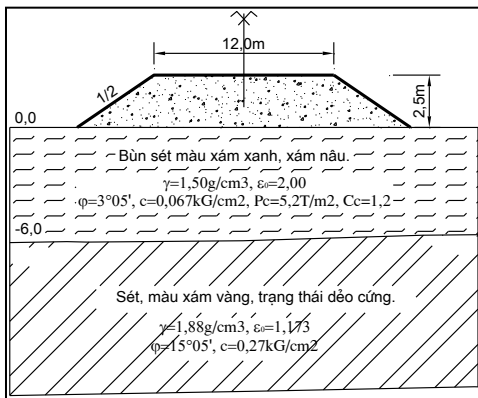
Cấp thiết kế của đường	I	II	III	IV	V	VI
Tốc độ thiết kế (km/h)	120	100	80	60	40	30
Chiều rộng tối thiểu của nền đường (m)	32,5	22,5	12,0	9,0	7,5	6,5

3.2. Các kết quả tính toán

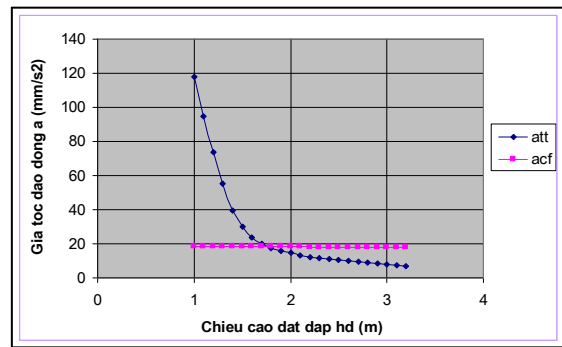
Việc tính toán để xác định chiều sâu tối thiểu cho phép của nền đắp trên đất yếu để loại trừ ảnh hưởng của dao động được thực hiện bằng cách sử dụng phần mềm Plaxis 2D version 8.6 và số hóa các biểu đồ tra (từ hình 1 đến hình 5) để lập ra các bảng tính chi tiết (thay cho biểu đồ).

3.2.1. Thay đổi chiều cao đắp thiết kế

Với  $B_{nền} = 12,0m$ ,  $h_{đắp} = 1,0 \div 3,2m$  chênh lệch  $\Delta h = 0,10m$ . Kết quả cho thấy chiều cao nền đắp càng lớn thì tần số và gia tốc dao động của nền đắp càng nhỏ và với phép tính cụ thể cho thấy để thỏa mãn  $a_{tt} < a_{cf}$  thì  $h_{dap}^{min}$  cho phép bằng 1,8m (hình 7).



Hình 6. Mặt cắt đặc trưng tính toán - trường hợp 01 lớp đất yếu



Hình 7. Quan hệ chiều cao đất đắp – gia tốc dao động của nền đường

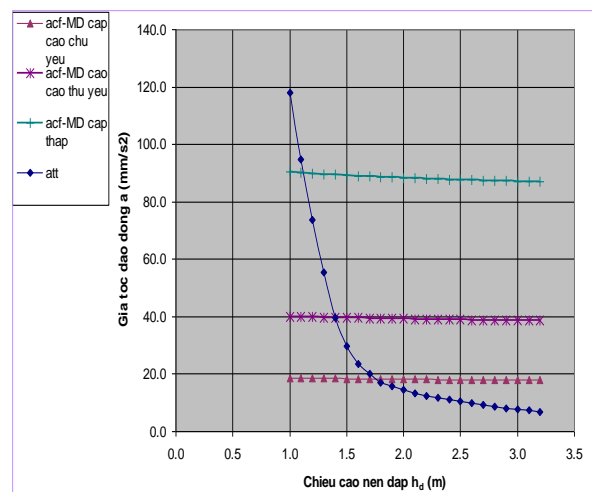
3.2.2. Thay đổi loại kết cấu mặt đường xe chạy

Thay đổi ứng với 03 loại mặt đường như được quy định trong TCN 211-06, kết quả của các chiều cao đắp tối thiểu ứng với loại kết cấu mặt đường (thể hiện trong bảng 4 và hình 8). Cấp mặt đường càng cao thì yêu cầu về chiều cao đắp tối thiểu để loại trừ dao động đàn hồi càng lớn.

Bảng 4. Quan hệ chiều cao đắp - loại kết cấu mặt đường

Loại kết cấu mặt đường	Chiều cao đắp tối thiểu $h_{dap}^{min}$ (m)
Cấp cao chủ yếu	1,8
Cấp cao thứ yếu	1,4
Cấp thấp	1,2

Hình 8. Quan hệ chiều cao đất đắp – gia tốc dao động của nền đường và loại KCAD



3.2.3. Thay đổi bề rộng nền đường

Bề rộng của nền đường về nguyên tắc có thể thay đổi tùy ý, nhưng để phù hợp với thực tế, thay đổi bề rộng nền đường tương ứng với các cấp đường cụ thể quy định trong TCVN

4054-2005. Kết quả tính toán thể hiện trong bảng 5. Các số liệu tính toán cho thấy: Bề rộng nền đường càng lớn thì gia tốc dao động càng tăng, tuy nhiên ảnh hưởng tăng lên này là hầu như không đáng kể, bề rộng dù có thay đổi  $B_{nền} = 7,5m \div 32,5m$  nhưng chiều cao đắp tối thiểu cho phép là như nhau và bằng  $h_{dap}^{min} = 1,8m$ . Điều đó có nghĩa là chiều cao đắp tối thiểu trên đất yếu nhằm loại trừ ảnh hưởng của dao động động hầu như không phụ thuộc vào bề rộng nền đường đắp thiết kế.

3.2.4. Thay đổi bề dày lớp đất yếu

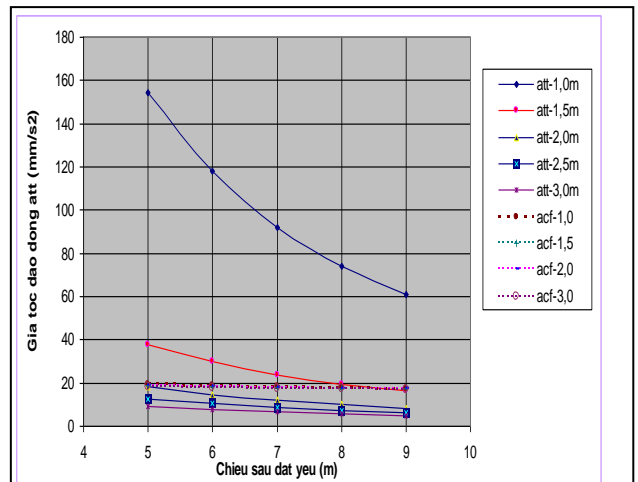
Tính với lớp đất yếu có bề dày thay đổi  $h_{dy} = 5,0 \div 9,0m$  và chiều cao nền đắp thay đổi từ  $1,0 \div 3,2m$ , kết quả các trị số  $h_{dap}^{min}$  cho phép được ghi trong bảng 6 và biểu diễn trên hình 8 cho thấy bề dày lớp đất yếu càng lớn thì gia tốc dao động tính toán ( $a_{tt}$ ) của nền đất yếu càng nhỏ, tức là chiều cao đất đắp tối thiểu nhằm loại trừ ảnh hưởng của dao động đàn hồi càng nhỏ.

3.2.5. Thay đổi tính chất cơ lý của đất yếu

Tính yếu của đất nền thể hiện ở nhiều chỉ tiêu đặc trưng như: hệ số rỗng  $e_0$ , dung trọng riêng của đất  $\rho$ , chỉ số nén  $C_c$ , áp lực tiền cố kết  $P_c$ ... Vì vậy, chiều cao đắp tối thiểu cho phép được xác định bằng cách thay đổi các trị số của các thông số nói trên và kết quả nêu trong bảng 7 dưới đây. Ta dễ nhận thấy đất càng yếu thì yêu cầu về chiều cao đất đắp tối thiểu ( $h_{dap}^{min}$ ) để loại trừ ảnh hưởng của dao động do xe chạy phải càng lớn.

**Bảng 5.** Chiều cao đắp tối thiểu với bề dày lớp đất yếu

$h_{dy}$ (m)	$a_{tt} < a_{cf}$ (mm/s <sup>2</sup> )	$h_{dap}^{min}$ (m)
5,0	18.084 < 18.198	2.50
6,0	17.295 < 17.630	2.10
7,0	16.139 < 17.164	1.90
8,0	16.422 < 16.804	1.70
9,0	16.032 < 16.480	1.60



**Hình 9.** Quan hệ chiều cao đắp- gia tốc dao động nền đường - chiều sâu đất yếu

**Bảng 6.** Quan hệ giữa chiều cao đắp tối thiểu – bề rộng nền đường.

hd (m)	Cấp I: Bnd = 32,5m		Cấp II: Bnd=22.5m		Cấp III: Bnd = 12m		Cấp V: Bnd = 7.5m		Kết luận
	att mm/s <sup>2</sup>	acf mm/s <sup>2</sup>	att mm/s <sup>2</sup>	acf mm/s <sup>2</sup>	att mm/s <sup>2</sup>	acf mm/s <sup>2</sup>	att mm/s <sup>2</sup>	acf mm/s <sup>2</sup>	
1.00	119.421	18.684	119.216	18.683	117.974	18.675	115.847	18.661	Ko đạt
1.20	74.749	18.569	74.606	18.567	73.757	18.559	72.327	18.546	Ko đạt
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1.70	20.329	18.332	20.290	18.331	20.067	18.322	19.695	18.309	Ko đạt
1.80	17.398	18.294	17.366	18.293	17.179	18.284	16.870	18.271	Đạt
1.90	16.071	18.257	16.042	18.256	15.874	18.248	15.596	18.234	Đạt

**Bảng 7. Quan hệ giữa tính chất của nền đất yếu và chiều cao đắp tối thiểu ( $h_d$ ) trên đất yếu**

Chỉ số nén $C_c$	$h_{dap}^{min}$ (m)	Hệ số rỗng $e_0$	$h_{dap}^{min}$ (m)
1.20	2.10	1.50	2.00
1.50	2.30	2.00	2.10
1.80	2.60	2.50	2.40

**3.2.6. Thay đổi tải trọng xe lưu thông trên đường**

Tải trọng xe chạy được quy định bởi hai thông số là đường kính vệt bánh xe tính toán (D) và áp lực bánh xe tính toán lên mặt đường (p). Tính toán với tải trọng thay đổi theo 22TCN211-06 xác định được chiều cao đắp tối thiểu phụ thuộc vào tải trọng xe thiết kế như sau:

**Bảng 8. Quan hệ loại tải trọng xe chạy & chiều cao đắp tối thiểu ( $h_d$ ) trên đất yếu**

Đường kính vệt bánh xe D (m)	$h_{dap}^{min}$ (m)	Áp lực bánh xe tính toán p (Mpa)	$h_{dap}^{min}$ (m)
0.36	2.10	0.5	1.90
0.33	1.90	0.6	2.10
-	-	0.7	2.40

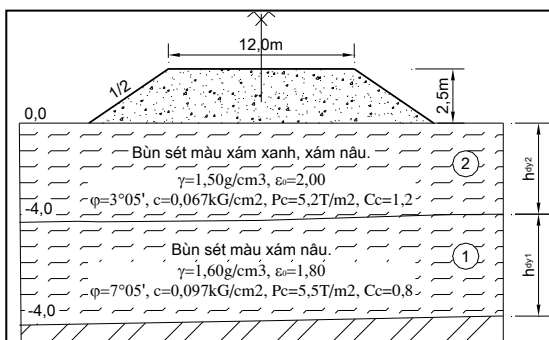
Từ bảng 8 ta thấy tải trọng xe chạy trên đường càng lớn thì yêu cầu về chiều cao đắp tối thiểu ( $h_{dap}^{min}$ ) để loại trừ ảnh hưởng dao động của xe phải càng lớn.

**3.2.7. Trường hợp nhiều lớp đất yếu**

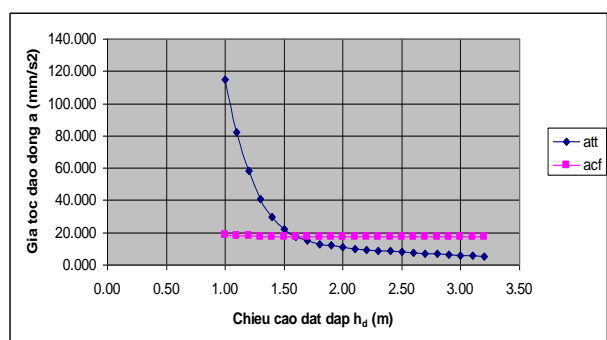
Trong trường hợp dưới nền đường đắp có nhiều lớp đất yếu thì việc kiểm toán động học trên cơ sở qui đổi nhiều lớp đất yếu về trường hợp một lớp đất yếu [1]. (Tương tự như trong tính toán kết cấu áo đường mềm).

Khi đó  $\rho_{tb}$  - dung trọng riêng trung bình được xác định dựa trên biểu đồ hình 2 từ giá trị  $E_{dytb}$  và biến dạng nén tương đối của tổng hai lớp ( $\lambda$ ). Sau khi đã xác định được  $E_{dytb}$  và  $\rho_{tb}$  của lớp đất quy đổi việc kiểm toán tiếp theo tiến hành như với trường hợp một lớp đất yếu.

Dưới đây là một ví dụ tính toán xác định chiều cao đắp tối thiểu cho phép đối với nền đất yếu có 02 lớp. Sơ đồ và các thông số tính toán được trình bày trên hình 10 và kết quả thể hiện trên hình 11 ( $h_{dap}^{min}=1,7m$  tương ứng với  $15,075=att < acf=17,622$  (mm/s<sup>2</sup>)).



**Hình 10. Mặt cắt đặc trưng tính toán (trường hợp 02 lớp đất yếu)**



**Hình 11. Quan hệ chiều cao đất đắp – gia tốc dao động của nền đắp (trường hợp 2 lớp đất yếu)**

3.3. Tổng hợp kết quả tính toán

Tổng hợp toàn bộ các kết quả tính toán nghiên cứu ở trên cho phép xác định được chiều cao đất đắp tối thiểu để loại trừ ảnh hưởng của dao động do xe chạy phụ thuộc vào chiều sâu đất yếu ( $h_{dy}$ ) và cấp hạng mặt đường trong điều kiện địa chất yếu đặc trưng cho khu vực Đồng bằng sông Cửu Long nước ta.

4. Kết luận và kiến nghị

Vấn đề kiểm tra dao động của tải trọng ô tô lên nền đắp thấp trên đất yếu là cần thiết, đặc biệt là đối với các công trình đường có lưu lượng lớn xe tải, xe tải nặng như các đường vành đai thành phố, đường ra cảng, đường vận chuyển của kho bãi... Các kết quả nghiên cứu tính toán chiều cao tối thiểu của nền đường đắp nhằm loại trừ dao động đàn hồi không cho phép do tải trọng động gây ra cho thấy đây sẽ là một điều kiện nữa bổ sung vào tiêu chí thiết kế đường đắp của nền đường đắp trên đất yếu.

Bằng những kết quả tính toán nghiên cứu, những quy định về chiều cao tối thiểu trong quy trình TCN262-2000 đã được làm rõ. Tác giả kiến nghị xem xét đưa các số liệu nghiên cứu của bảng 9 vào phụ lục của quy trình thiết kế nền đường trên đất yếu, từ đó xem xét quyết định chiều cao nền đắp tối thiểu trên đất yếu có các đặc trưng tương tự.

Trong các trường hợp không thể thực hiện được các yêu cầu của công thức  $a_{tt} \leq a_{cf}$  để đảm bảo dao động cho phép của nền đắp trên đất yếu dưới tác dụng của tải trọng động thì cần phải đưa ra các giải pháp kỹ thuật nhằm làm giảm dao động (tăng chiều cao nền đắp kết hợp với xử lý nền đất yếu hoặc đào bỏ cục bộ (một phần) lớp đất yếu hoặc nâng cao độ trắc dọc...).

**Bảng 9.** Bảng tổng hợp chiều cao đắp tối thiểu của nền đường ô tô

Chiều sâu đất yếu $h_{dy}$ (m)	Chiều cao đắp tối thiểu ứng với loại kết cấu áo đường (m)		
	Cấp cao chủ yếu A1	Cấp cao thứ yếu A2	Cấp thấp (B1, B2)
4	2.2	1.6	1.3
5	2.0	1.5	1.3
6	1.8	1.4	1.2
7	1.7	1.4	1.1
8	1.6	1.3	-

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1] Введено в действие распоряжением Минтранса России № ОС-1067-р от 03.12.2003.  
 [2] Pierre Lareal, Nguyễn Thành Long, Nguyễn Quang Chiêu, Vũ Đức Lực, Lê Bá Lương (1994), *Công trình trên nền đất yếu trong điều kiện Việt Nam*, NXB Khoa học Kỹ thuật.  
 [3] Bộ Giao thông Vận tải (2006), *Áo đường mềm – Các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế 22 TCN 211 -06*.  
 [4] Bộ Giao thông Vận tải (2000), *Quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô trên đất yếu. 22TCN 262 – 2000*.  
 [5] Bộ Giao thông Vận tải (2005), *Đường ô tô – yêu cầu thiết kế TCVN 4054:2005*.  
 [6] Dương Học Hải, Nguyễn Xuân Trúc, *Thiết kế đường ô tô tập II*, NXB Giáo dục.