



ASSESSMENT OF THE IMPACT OF SOIL PHYSICAL PROPERTIES AND VEGETATION ON EMBANKMENT STABILITY

Nguyen Van Du^{*}, Nguyen Van Hung, Pham Ngoc Bay

University of Transport and Communications, No 3 Cau Giay Street, Hanoi, Vietnam

ARTICLE INFO

TYPE: Research Article

Received: 18/03/2025

Revised: 13/04/2025

Accepted: 14/04/2025

Published online: 15/04/2025

<https://doi.org/10.47869/tcsj.76.3.13>

^{*} Corresponding author

Email: dunv_ph@utc.edu.vn; Tel: +84903994008

Abstract: Roads in hilly areas, particularly those constructed on slopes with varying geological and geomorphological conditions, are subject to various climatic influences throughout their service life. During the rainy season, rainwater infiltrates the rock and soil layers, altering the subsurface water level and changing the physical properties of the materials. This process reduces the durability of the soil and rock. Simultaneously, vegetation and tree cover are also affected due to ongoing exploitation. These factors collectively alter the stress deformation conditions within the embankment, thereby influencing its stability. This paper investigates the impact of changes in soil physical properties and vegetation on embankment stability during the operational phase. The analysis is conducted by determining the safety factor through numerical modeling using GeoStudio software. A representative cross-section on National Highway 27C in Lam Dong Province was selected for calculation and analysis. Based on the findings, there are suggestions to increase the embankment stability while it is being exploited.

Keywords: Soil physical properties, vegetation, embankment stability.

@ 2025 University of Transport and Communications



NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG TRẠNG THÁI VẬT LÝ CỦA ĐẤT, THẨM THỰC VẬT ĐẾN ỔN ĐỊNH NỀN ĐƯỜNG

Nguyễn Văn Du*, Nguyễn Văn Hùng, Phạm Ngọc Bảy

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 18/03/2025

Ngày nhận bài sửa: 13/04/2025

Ngày chấp nhận đăng: 14/04/2025

Ngày xuất bản Online: 15/04/2025

<https://doi.org/10.47869/tcsj.76.3.13>

* Tác giả liên hệ

Email: dunv_ph@utc.edu.vn; Tel: +84903994008

Tóm tắt. Các tuyến đường ô tô ở vùng đồi núi, trên các sườn dốc với địa mạo, địa hình, cấu tạo địa chất khác nhau, chịu ảnh hưởng của các nhân tố khí hậu thời tiết, các yếu tố này có sự thay đổi trong quá trình khai thác. Vào mùa mưa, nước mưa ngấm vào đất đá, mực nước dưới đất thay đổi, tính chất cơ lý của đất đá bị biến đổi theo hướng bất lợi, độ bền của đất đá giảm đi, đồng thời tình trạng cây cối, thảm thực vật cũng có sự biến đổi trong quá trình khai thác, các nguyên nhân này làm thay đổi trạng thái ứng suất - biến dạng, ảnh hưởng đến ổn định nền đường trong quá trình khai thác. Bài báo đã nghiên cứu ảnh hưởng của sự thay đổi trạng thái vật lý của đất, tình trạng thảm thực vật đến độ ổn định nền đường trong quá trình khai thác thông qua việc xác định hệ số an toàn bằng việc mô phỏng số trên phần mềm GeoStudio, kết quả tính toán, phân tích được thực hiện điển hình tại một mặt cắt ngang trên quốc lộ 27C – tỉnh Lâm Đồng. Trên cơ sở đó, có các đề xuất nhằm nâng cao độ ổn định nền đường ô tô trong quá trình khai thác.

Từ khóa: Trạng thái vật lý của đất, thảm thực vật, ổn định nền đường.

@ 2025 Trường Đại học Giao thông vận tải

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nền đường bị sụt trượt là dạng hư hỏng xảy ra tương đối phổ biến trên các tuyến đường ô tô ở các vùng đồi núi. Hiện tượng sụt trượt thường xảy ra tại các vị trí đào sâu, có địa hình dốc lớn, địa chất kém ổn định, đặc biệt trong thời gian mưa lớn kéo dài.

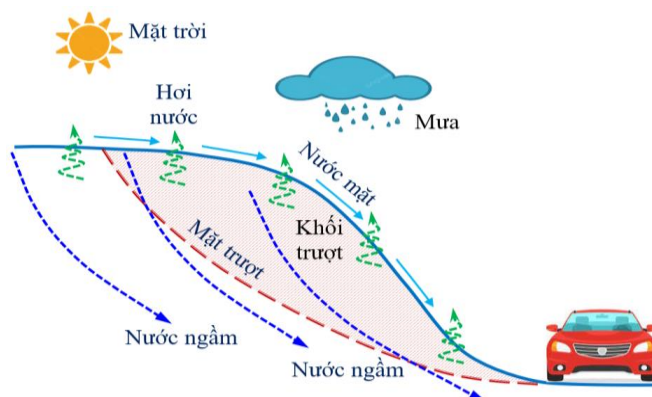
Nhiều tuyến đường đang có chất lượng khai thác tốt, nhưng vào các mùa mưa lũ thì nền đường bị sụt trượt, điển hình trong mùa mưa bão tháng 9 - tháng 10 năm 2024, rất nhiều các

tuyến đường ở khu vực đồi núi bị sụt trượt như: Km 22+800 Quốc lộ 43, Km30 Quốc lộ 1B, Km 147+500 Quốc lộ 32, Km 26 Quốc lộ 15, Km64+980 Quốc lộ 15C, Quốc lộ 4H, Quốc lộ 279C, Km 108+00 Quốc lộ 27C, ... [1, 2].

Nền đường là bộ phận cơ bản của công trình đường ô tô, nền đường phải được thi công đạt đúng kích thước các yếu tố hình học, đảm bảo cường độ và độ ổn định yêu cầu [3, 4]. Khi xây dựng các tuyến ô tô ở vùng đồi núi, trên các sườn dốc với địa mạo, địa hình, cấu tạo địa chất khác nhau, chịu ảnh hưởng của các nhân tố khí hậu thời tiết, trong đó độ ẩm ảnh hưởng rất nhiều đến tính chất cơ lý, độ bền của của vật liệu đất đá. Vào mùa mưa, nước mưa ngấm vào đất đá, tính chất cơ lý của đất đá bị biến đổi theo hướng bất lợi, độ bền của đất đá giảm đi. Chiều dài rãnh của lớp phủ thực vật góp phần “gia cố” đất trên bề mặt bờ dốc và hệ số ổn định sụt trượt đất cục bộ có tăng với giá trị đáng kể [5]. Các nguyên nhân này làm thay đổi trạng thái ứng suất - biến dạng, ảnh hưởng đến ổn định nền đường trong quá trình khai thác. Do đó, cần thiết phải xét ảnh hưởng của sự thay đổi trạng thái vật lý của đất, tình trạng thấm thực vật đến độ ổn định nền đường trong quá trình khai thác, để định hướng cho công tác thiết kế, thi công, khai thác nền đường ô tô trên sườn dốc. Bài báo đã nghiên cứu ảnh hưởng của sự thay đổi trạng thái vật lý của đất, tình trạng thấm thực vật đến độ ổn định nền đường trong quá trình khai thác thông qua việc xác định hệ số an toàn bằng việc mô phỏng số trên phần mềm GeoStudio.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN

Sụt trượt mái dốc là do áp lực nước lỗ rỗng bắt đầu tăng khi nước mưa bắt đầu ngấm vào đất không bão hòa nằm trên mực nước ngầm và mực nước ngầm ban đầu dâng lên trong khi mưa. Quá trình nước mưa ngấm vào mái dốc, xuất hiện các vùng ẩm trước (bão hòa cục bộ), mất đi áp lực nước lỗ rỗng âm và sẽ làm suy giảm sức kháng cắt của đất dẫn đến hiện tượng sụt trượt mái dốc [6]. Các yếu tố như mưa, nắng, gió, hay thấm thực vật sẽ là những yếu tố gây ra dòng thấm hay bay hơi của nước không bão hòa và kết quả là sự thay đổi áp lực nước lỗ rỗng (Hình 1) [7]. Khi phân tích ổn định mái dốc, hệ số an toàn phụ thuộc các yếu tố như cường độ mưa, hệ số thấm bão hòa, độ sâu mực nước ngầm ban đầu, chiều cao mái dốc, góc mái dốc và các nhân tố khác.



Hình 1. Ảnh hưởng của các yếu tố thời tiết đến đến sức chống cắt của đất

Hệ số an toàn chống trượt theo phương pháp cân bằng giới hạn tại một điểm nào đó theo một hướng xác định được hiểu là hệ số chiết giảm khả năng chống cắt của đất sao cho trạng thái cân bằng giới hạn xảy ra. Hệ số an toàn tính toán theo phương pháp Bishop khi không có áp lực nước lỗ rỗng, như sau [8]:

$$FS = \frac{1}{\sum W \sin \alpha} \sum \left[\frac{c\beta + W \tan \emptyset - \frac{c\beta}{FS} \sin \alpha \tan \emptyset}{m_\alpha} \right] \quad (1)$$

Với

$$m_\alpha = \cos \alpha + \frac{\sin \alpha \tan \emptyset}{FS} \quad (2)$$

Trong đó:

W là trọng lượng bản thân của khối trượt (kN);

c là lực dính đơn vị của khối đất trượt (kPa);

$\emptyset$ là góc ma sát trong của khối đất trượt ($^\circ$);

α là góc giữa pháp tuyến của mặt trượt với phương của lực W ($^\circ$);

β là chiều rộng của khối trượt (m);

Theo tiêu chuẩn TCVN 13346:2021 [9], trong mọi trường hợp, mái dốc được xem là ổn định khi điều kiện sau đây được thỏa mãn:

$$K_{od} \geq K_{TC} \quad (3)$$

Trong đó:

K_{od} là giá trị của hệ số ổn định mái dốc tính toán;

K_{TC} là giá trị của hệ số ổn định mái dốc tiêu chuẩn tùy theo ý nghĩa quan trọng của tuyến đường, $K_{TC} = 1,1 - 1,3$.

Hệ số an toàn theo phương pháp cân bằng giới hạn có thể được tính từ phương trình cân bằng mô men hay cân bằng lực. Nhóm tác giả mô phỏng số bằng cách sử dụng phần mềm GeoStudio [8] để phân tích độ ổn định của nền đường, so sánh, đánh giá các kết quả tính toán.

3. ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG TRẠNG THÁI VẬT LÝ CỦA ĐẤT VÀ THẨM THỰC VẬT ĐẾN ỔN ĐỊNH NỀN ĐƯỜNG

3.1. Khái quát vị trí nghiên cứu điển hình và phân mềm phân tích

3.1.1. Khái quát vị trí nghiên cứu điển hình

Vị trí nghiên cứu tại Km108+00 - Km108+97,95 trên Quốc lộ 27C, huyện Lạc Dương, tỉnh Lâm Đồng [1].

- Đoạn tuyến khảo sát có quy mô mặt đường theo tiêu chuẩn đường cấp IV miền núi, với bề rộng mặt đường $B_m = 6$ m, $B_n = 9$ m, $B_l = 2 \times 1,5$ m, lề gia cố mỗi bên 1 m.

* **Đặc điểm địa hình, địa mạo:** địa hình đồi núi, độ dốc thay đổi liên tục và phức tạp, độ chênh cao lớn, trắc diện địa hình bị chia cắt mạnh và thấp dần theo hướng từ phải sang trái.

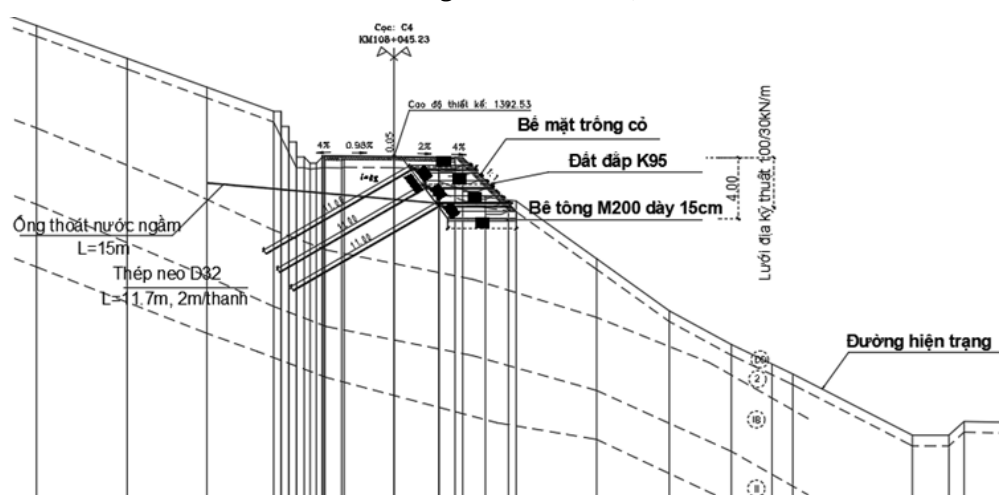
* **Đặc điểm khí tượng:** khu vực chịu ảnh hưởng của khí hậu nhiệt đới gió mùa biến thiên theo độ cao, trong năm có 2 mùa rõ rệt, mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 11, mùa khô từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau. Nhiệt độ thay đổi rõ rệt giữa các khu vực, nhiệt độ trung bình năm dao động từ $18 - 25^\circ\text{C}$, thời tiết ôn hòa và mát mẻ quanh năm, thường ít có những biến động lớn trong chu kỳ năm. Lượng mưa trung bình 1.750 - 3.150 mm/năm, độ ẩm tương đối trung bình cả năm 85 - 87%, số giờ nắng trung bình cả năm 1.890 - 2.500 giờ.



a) Mái taluy dương

b) Mái taluy âm

Hình 2. Vị trí nghiên cứu trên Quốc lộ 27C [1].



Hình 3. Mặt cắt ngang vị trí nghiên cứu [1].

*** Điều kiện địa chất công trình đoạn Km108+00 - Km108+97,95:** kết quả khoan khảo sát địa chất đoạn nghiên cứu, được thể hiện trong bảng 1 [1]:

Bảng 1. Số liệu địa chất tại Km108+00 - Km108+97,95, Quốc lộ 27C, tỉnh Lâm Đồng.

TT	Chỉ tiêu đặc trưng	Lớp đất			
		1	2	3	4
1	Đặc điểm	Hỗn hợp đá dăm, cát, sạn và á sét	Á sét xen lẫn dăm, sạn, đá hòn, khối tảng - dẻo cứng - nửa cứng	Đới phong hóa mãnh liệt của đá Sienit - cứng	Đá Sienit phong hoá nứt nẻ
2	Chiều dày (m)	0,7 - 0,9	6,8 - 9,8	2,8 - 5,0	-
3	Độ ẩm tự nhiên (%)	37,49	34,49	1,73	1,61
4	Dung trọng tự nhiên (g/cm ³)	1,77	1,84	2,55	2,56
5	Dung trọng khô (g/cm ³)	1,29	1,36	2,51	2,52

TT	Chỉ tiêu đặc trưng	Lớp đất			
		1	2	3	4
6	Dung trọng bão hòa (g/cm^3)	-	-	2,58	2,59
7	Dung trọng đẩy nổi (g/cm^3)	0,81	0,87	-	-
8	Lực dính (Mpa)	0,0141	0,0191	-	-
9	Góc ma sát trong ($^\circ$)	14,07	17,39	-	-
10	Hệ số nén lún (cm^2/kN)	3,9	3,0	-	-
11	Mô đun tổng biến dạng (Mpa)	3,588	4,516	-	-
12	Tỷ trọng	2,78	2,75	2,71	2,70
13	Độ rỗng (%)	51,95	50,46	7,5	6,69
14	Độ bão hòa (%)	92,3	93,40	57,79	60,65
15	Cường độ kháng nén khô gió (Mpa)	-	-	83,56	75,47
16	Cường độ kháng nén bão hòa (Mpa)	-	-	85,97	78,10
17	Hệ số hóa mềm	-	-	0,90	0,91

3.1.2. Phần mềm phân tích

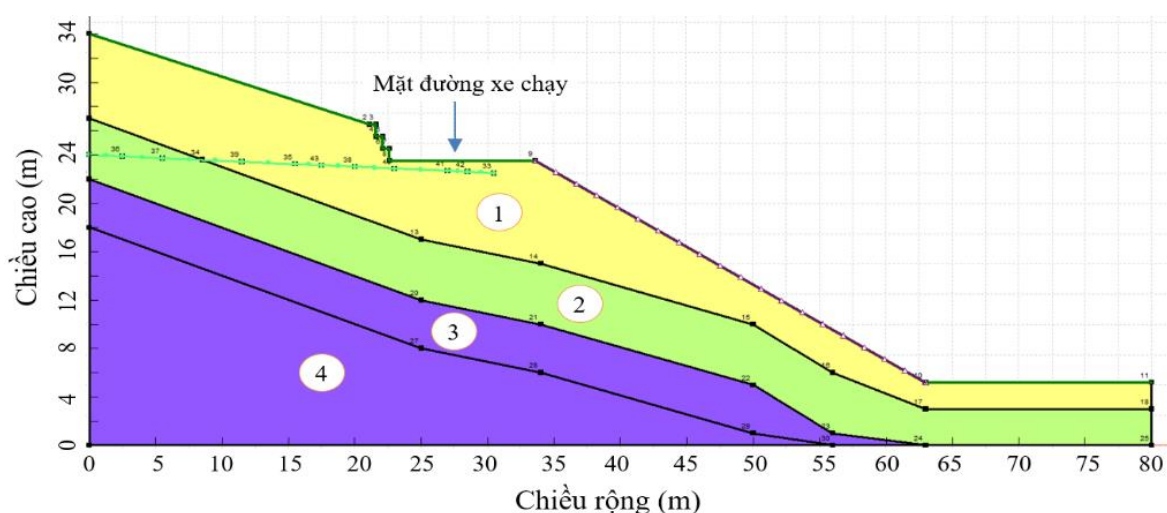
Trong phân tích nhóm tác giả sử dụng phần mềm GeoStudio phiên bản 2022.1, Công ty GEOSLOPE International, Canada [8].

Sử dụng tính năng Land Climate Interaction Analysis (tương tác biến đổi khí hậu đến mặt đất) trong Seep/W 2022 [8] cho phép mô phỏng quá trình thấm nước tại bề mặt đất dưới tác động của điều kiện khí hậu, dựa trên phương trình cân bằng khối lượng nước. Phương pháp này tính toán dòng thấm bằng cách xem xét các yếu tố như lượng mưa, bay hơi, thoát hơi nước và dòng chảy bề mặt. SEEP/W cung cấp các công cụ nhập dữ liệu, mô hình hóa quá trình động và phân tích kết quả, giúp đánh giá ảnh hưởng của khí hậu đến sự ổn định mái dốc.

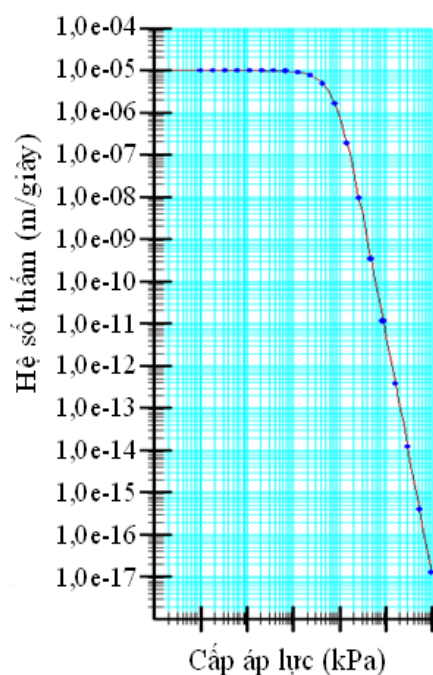
Để phân tích tương tác biến đổi khí hậu đến mặt đất bằng SEEP/W [8], các số liệu đầu vào quan trọng bao gồm: 1-Dữ liệu khí hậu (lượng mưa, nhiệt độ không khí, độ ẩm tương đối); 2-Đặc tính bề mặt đất (hệ số thấm nước của đất, độ ẩm ban đầu của đất, độ dốc và địa hình bề mặt); 3-Quá trình thủy văn (bay hơi và thoát hơi nước, dòng chảy bề mặt). Những số liệu này giúp SEEP/W mô phỏng chính xác quá trình thấm và đánh giá ảnh hưởng của khí hậu đến sự ổn định mái dốc [8]. Trong phạm vi bài báo các số liệu về biến đổi khí hậu được lấy theo VanGenuchten đã được tích hợp vào phần mềm.

Sau khi có kết quả phân tích từ Seep/W sẽ tự động cập nhật áp lực nước lỗ rỗng sang Slope/W là một trong những module của phần mềm GeoStudio, chuyên về tính ổn định của mái dốc. Chương trình phần mềm cho phép tính toán mái dốc trong mọi điều kiện có thể xảy ra trong thực tế như xét đến áp lực nước lỗ rỗng, vãi địa kỹ thuật, tải trọng ngoài, tường chắn. Slope/W được xây dựng dựa trên một số lý thuyết tính ổn định mái dốc như: Phương

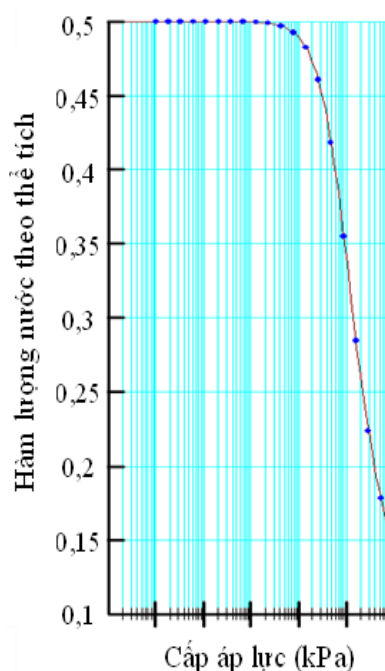
pháp Ordinary (hay còn gọi là phương pháp Fellenius), phương pháp Bishop đơn giản hoá, phương pháp Janbu đơn giản hoá, phương pháp Spencer, phương pháp Morgen-price, phương pháp cân bằng tổng quát Gle, phương pháp ứng suất phần tử hữu hạn. Đặc điểm khác biệt cơ bản giữa các phương pháp khác nhau là giả thiết liên quan đến lực tiếp tuyến và pháp tuyến giữa các mảnh. Hơn nữa rất nhiều hàm số biểu diễn quan hệ giữa các lực tác động giữa các cạnh của các mảnh cũng được sử dụng đối với các phương pháp Gle và phương pháp Morgenstern-price [8].



Hình 4. Mô hình phân tích bằng phần mềm phần mềm GeoStudio.



a) Hàm thay đổi hệ số thấm theo cấp áp lực theo VanGentchen



b) Hàm thay đổi hàm lượng nước theo thể tích trong đất theo cấp áp lực theo VanGentchen

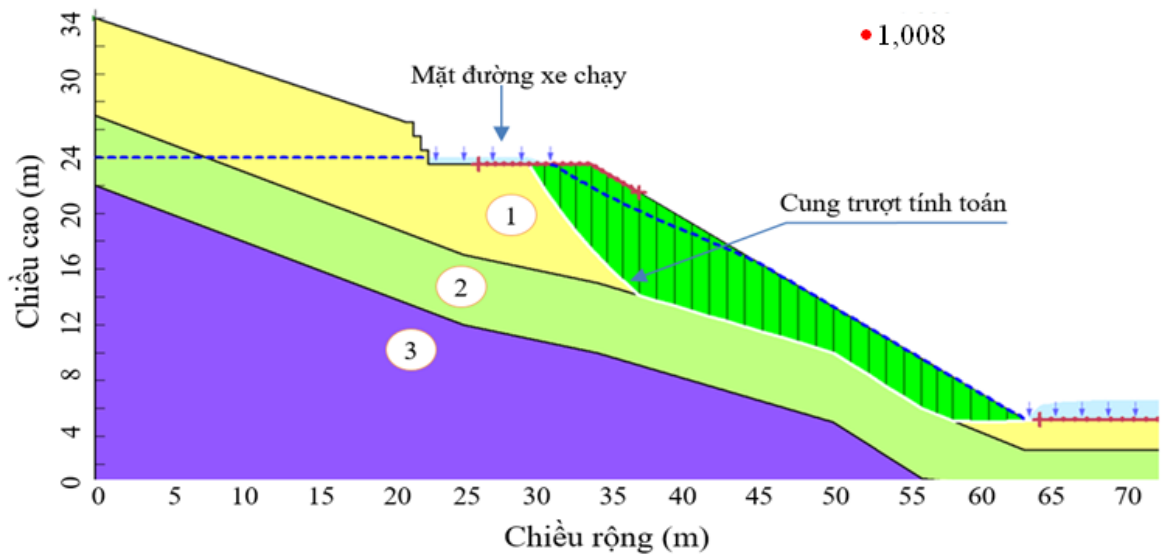
Hình 5. Hàm thay đổi hệ số thấm, thay đổi hàm lượng nước theo thể tích trong đất theo cấp áp lực.

3.2. Phân tích kết quả tính toán

3.2.1. Ảnh hưởng trạng thái vật lý của đất đến ổn định nền đường

Với cùng điều kiện số liệu địa chất như số liệu trong bảng 1, với mô hình tính toán được phân tích bằng phần mềm phần mềm GeoStudio như hình 4; hàm thay đổi hệ số thấm, thay đổi thể tích nước trong đất theo cấp áp lực, do không có điều kiện thí nghiệm nên đã sử dụng các kết quả nghiên cứu đã có trong phần mềm GeoStudio, như hình 5.

Thực hiện thay đổi độ ẩm trong đất chưa bão hòa, các kết quả tính toán độ ổn định mái taluy âm được thể hiện điển hình trên các Hình 6.

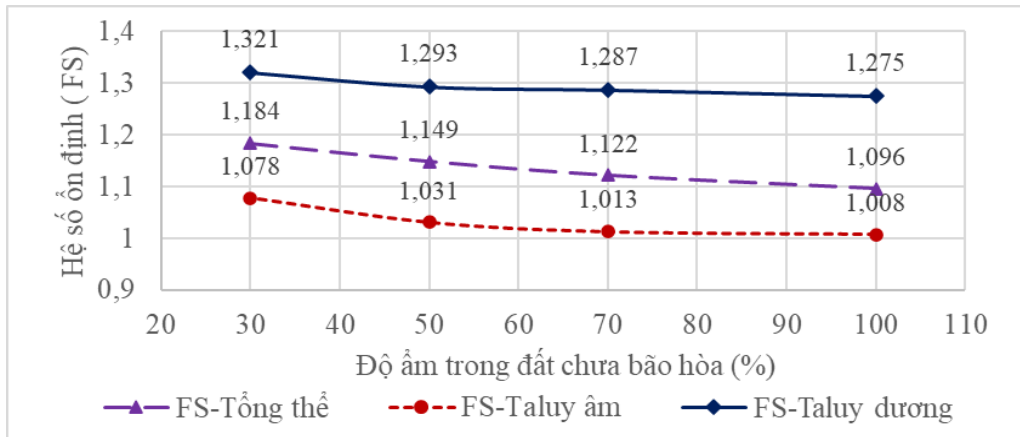


Hình 6. Trượt phẳng ở taluy âm khi đất ở trạng thái bão hòa.

Với các trường hợp tính toán độ ổn định tổng thể, ổn định taluy dương khi độ ẩm trong đất chưa bão hòa thay đổi, cũng được thực hiện tương tự. Kết quả được tổng hợp trong bảng 2 và hình 7.

Bảng 2. Hệ số ổn định nền đường với việc thay đổi độ ẩm trong đất chưa bão hòa.

TT	Độ ẩm (%)	FS - Tổng thể	FS - Taluy âm	FS - Taluy dương
1	100	1,096	1,008	1,275
2	70	1,122	1,013	1,287
3	50	1,149	1,031	1,293
4	30	1,184	1,078	1,321



Hình 7. Mối quan hệ giữa độ ẩm trong đất chưa bão hòa và hệ số ổn định mái dốc

Từ kết quả phân tích hình 7 cho thấy khi độ ẩm trong đất chưa bão hòa tăng lên thì hệ số ổn định tổng thể, ổn định mái taluy dương, taluy âm đều giảm xuống. Trong đó, độ ổn định tổng thể có sự thay đổi lớn nhất, giảm 7,5% khi độ ẩm trong đất thay đổi từ 30% đến 100% (đường mặt nước bằng với cao độ mặt đường), độ ổn định mái taluy dương ít thay đổi nhất, chỉ giảm khoảng 3,5%. Hệ số ổn định được tính toán trong nghiên cứu hoàn toàn phù hợp với tình hình thực tế khai thác của nền đường quốc lộ 27C - mái taluy âm đang bị sụt trượt, kết quả tính toán độ ổn định $< 1,2$. Do vậy, khi phân tích đánh giá độ ổn định nền đường cần phải xem xét đến trạng thái vật lý của đất, mực nước dưới đất để đề xuất các giải pháp thiết kế phù hợp nhằm nâng cao ổn định tổng thể của nền đường trong quá trình khai thác.

3.2.2. Ảnh hưởng của thảm thực vật đến ổn định nền đường

Thảm thực vật mọc trên sườn dốc, mái taluy có ảnh hưởng không nhỏ đến ổn định nền đường. Thảm thực vật có nhiều loại khác nhau: cỏ, cây bụi, cây gỗ hoặc sự kết hợp của cả hai loại hoặc cả ba loại thảm thực vật. Sự hiện diện của rễ cây, tải trọng từ trọng lượng của cây là các yếu tố ảnh hưởng đến độ ổn định mái dốc. Trong nghiên cứu này, tác giả phân tích ảnh hưởng của chiều sâu rễ cây đến ổn định mái taluy âm của nền đường, tác động của rễ cây được mô hình hóa dưới dạng lực dính bổ sung của đất, được phân bố theo chiều sâu của vùng rễ cây thông qua mô phỏng số trên phần mềm GeoStudio (Slope/W).

Ảnh hưởng của chiều sâu rễ cây đến ổn định mái dốc, được mô hình hóa dựa trên giả thuyết của Wu & Waldron (1975) [8] rằng rễ cây tạo ra một lực dính phụ (croot) làm tăng lực chống cắt của đất:

$$\tau = c + c_{root} + \sigma \tan \phi \quad (4)$$

Trong đó:

c là dính của đất nền (kPa);

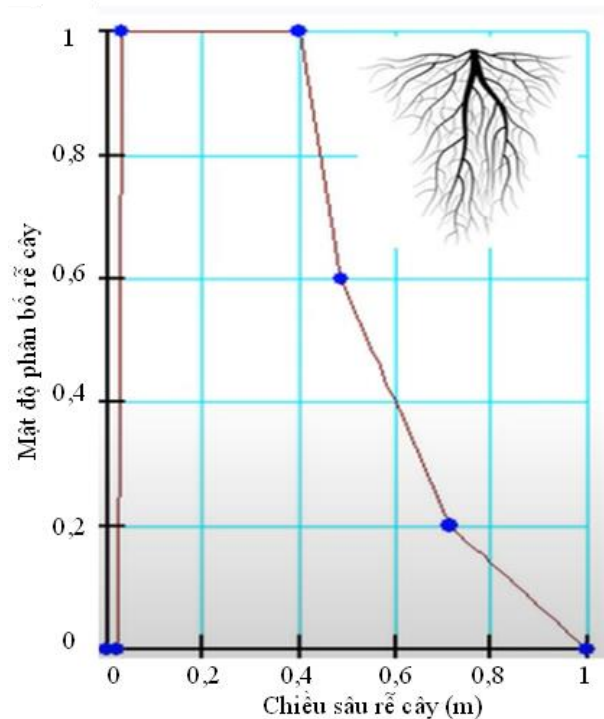
c_{root} là lực dính bổ sung do rễ cây tạo thành (kPa);

σ là ứng suất của đất nền (kPa);

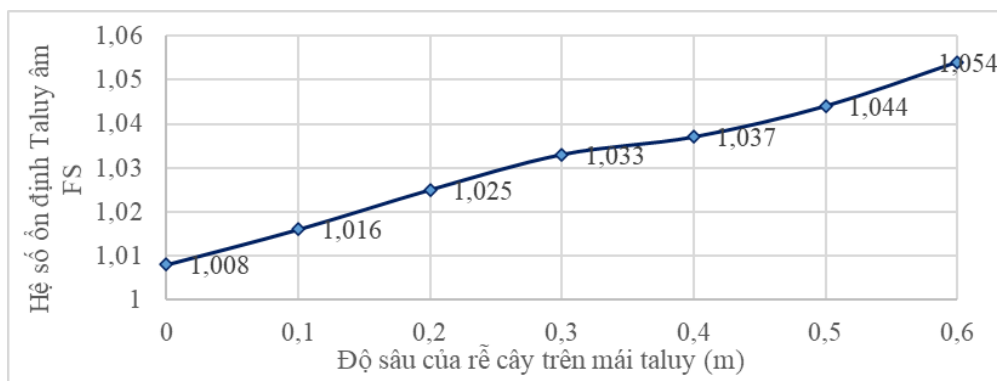
ϕ là góc ma sát trong của đất nền ($^{\circ}$);

Trong đó, c_{root} được mô phỏng trong phần mềm GeoStudio (Slope/W) bằng cách bổ sung giá trị lực dính tăng thêm tại vùng đất có rễ cây (khu vực mái taluy dương hoặc âm), số liệu thực nghiệm về giá trị c_{root} theo từng loài cây và loại đất được tham khảo từ các nghiên cứu

của một số tác giả khác trên thế giới. Lực dính này phân bố theo chiều sâu (dạng tam giác hoặc hàm phân bố tuyến tính) dựa trên giả định chiều sâu rễ từ 0,0 - 0,6 m tùy từng kích bản mô phỏng.



Hình 8. Mô hình rễ cây trên bề mặt mái taluy [8]



Hình 9. Ảnh hưởng của chiều sâu rễ cây đến độ ổn định của mái taluy âm.

Trong giới hạn phân tích của nghiên cứu như ở hình 9 cho thấy, rễ cây có tác dụng nâng cao độ ổn định nền đường: ở trạng thái vật liệu nền đường có độ ẩm 100%, ổn định mái taluy âm khi có rễ cây với chiều sâu 0,6 m làm tăng độ ổn định lên khoảng 5% so với không có cây, rễ cây càng sâu độ ổn định càng tăng. Do vậy, khi thiết kế cần xem xét đề xuất các loại loại thảm thực vật gia cố mái taluy nền đường phù hợp với các vùng miền của Việt Nam nhằm tăng độ ổn định nền đường trong quá trình khai thác.

4. ĐỀ XUẤT LOẠI THẨM THỰC VẬT GIA CỐ MÁI TALUY NỀN ĐƯỜNG

Giải pháp gia cố mái taluy bằng trồng cỏ là nhờ bộ rễ của cỏ giữ lại đất, bên cạnh đó thân cỏ giúp giảm tiếp xúc trực tiếp giữa nước mưa và bề mặt mái taluy. Tùy thuộc vào đặc

điểm của nền đường cần gia cố, điều kiện tự nhiên mà chọn loại cỏ phù hợp, nguyên tắc là chọn loại cỏ phải có bộ rễ lớn, ăn sâu vào đất để nâng cao khả năng chống xói mòn, sụt trượt.

Căn cứ vào điều kiện, khí hậu, thời tiết và đất đai thổ nhưỡng có thể chọn loại cỏ như sau [10]:

- Miền Bắc và miền Trung, lựa chọn các loại cỏ phù hợp như: cỏ Lá Gừng, cỏ gà (Bermuda), cỏ Ubon Paspalum, cỏ Agostis stolonitera, cỏ Vetiver, cỏ Paspalum vaginaatum, cỏ đậu (Arachis pintoi); miền Nam, xem xét lựa chọn trong các loại cỏ sau: cỏ gà, cỏ Vetiver, cỏ Lá gừng, cỏ Agostis stolonitera, cỏ Brachiaria decumbens.

- Vùng ngập nước: xem xét lựa chọn trong các loại cỏ như cỏ gà, cỏ Vetiver, cỏ Ubon Paspalum; những vùng không ngập nước, các loại cỏ phù hợp là cỏ gà, cỏ Arachis pintoi, cỏ Brachiaria decumbens, cỏ Agostis stolonitera.

Tùy theo chiều sâu cần gia cố, có thể chọn loại cỏ như:

- Với chiều sâu cần gia cố nhỏ, có thể chọn các loại cỏ như cỏ Agostis stolonitera, cỏ Lá Gừng, cỏ gà (Bermuda), cỏ Paspalum vaginaatum, cỏ Ubon Paspalum, cỏ đậu (Arachis pintoi), là các loại cỏ thân thấp, mềm, mọc thành bụi hoặc bò lan, bộ rễ ăn không sâu nhưng có thể liên kết với nhau, bám chặt, giữ đất tốt giúp cho đất không bị sụt trượt hay xói mòn.

- Khi cần gia cố sâu bề mặt lớp vật liệu, có thể trồng cỏ Brachiaria decumbens, cỏ Vetiver; các loại cỏ này với khá nhiều ưu việt, chiều sâu gia cố khá lớn, cỏ có bộ rễ dày, dài, nhiều ăn sâu chắc vào đất, bộ rễ của bụi cỏ có thể dài tới 1m, cỏ thường phát triển thành từng khóm, sinh trưởng thành các nhánh có khả năng tạo thành thảm thực vật tốt, bao trùm hết mái dốc.

5. KẾT LUẬN

Khi xây dựng đường ô tô ở khu vực có địa hình dốc, tầng phủ bề mặt dày, tình trạng cây cối, lượng mưa bề mặt và dòng thấm ngấm trong mái dốc, ... là các yếu tố ảnh hưởng đến độ ổn định của nền đường. Các yếu tố này có sự biến đổi trong quá trình khai thác, làm cho độ ổn định nền đường có thể khác so với độ ổn định tính toán khi thiết kế.

Để xem xét đầy đủ các ảnh hưởng của lượng mưa và tính chất đất đối với sụt trượt cần áp dụng chỉ số ẩm ướt địa hình. Hầu hết các sườn dốc, mái dốc đất đều ở trạng thái không bão hòa nên cần áp dụng lý thuyết cơ học đất không bão hòa để phân tích, mô phỏng và kiểm toán ổn định. Tác dụng của rễ cây được mô hình hóa dưới dạng lực dính bổ sung và được phân bố theo chiều sâu của vùng rễ cây.

Kết quả phân tích ổn định nền đường Quốc lộ 27C cho thấy, **khi** độ ẩm trong đất chưa bão hòa tăng lên thì hệ số ổn định tổng thể, ổn định mái taluy dương, taluy âm đều giảm xuống, do đó trong quá trình khai thác độ ẩm của vật liệu quá lớn làm độ ổn định giảm xuống, có thể nhỏ hơn giá trị cho phép gây ra sụt trượt mái taluy. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu cũng đã cho thấy, chiều sâu rễ cây là yếu tố làm tăng khả năng chống sụt trượt mái dốc, mái taluy. Từ cơ sở này, khi tính toán nền đường trên sườn dốc, cần xem xét đầy đủ các yếu tố ảnh hưởng này đến độ ổn định, có xét đến các thay đổi trong quá trình khai thác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Ban Quản lý Bảo trì đường bộ - Sở Giao thông Vận tải tỉnh Lâm Đồng, Báo cáo kinh tế kỹ thuật đầu tư xây dựng, Công trình: Khắc phục sạt lở taluy âm Km105+300 (phải tuyến); taluy âm Km108+050 (phải tuyến), QL27C, tỉnh Lâm Đồng, 2022.

- [2]. Tuấn Phùng, Mưa lớn do bão số 3 gây ra khiến nhiều tuyến quốc lộ, đường tỉnh tại các tỉnh phía Bắc bị sạt lở, ngập nước gây cản trở giao thông. <https://tuoitre.vn/nhieu-tuyen-duong-qua-mien-nui-cac-tinh-phia-bac-bi-sat-lo-ngap-nuoc-20240908191833602.htm>, truy cập ngày 09/3/2025.
- [3]. Bộ Giao thông Vận tải, TCVN 9436:2012 - Nền đường ô tô - Thi công và nghiệm thu, 2012.
- [4]. Bộ Giao thông Vận tải, TCVN 4054:2005 - Đường ô tô - Yêu cầu thiết kế, 2005.
- [5]. Nguyễn Đức Mạnh, Trần Thanh Việt, Vũ Xuân Vinh, Bùi Thị Xuân, Nguyễn Quốc Trung, Đỗ Hồng Thanh, Phủ xanh bờ dốc bằng công nghệ phun hỗn hợp bùn đất trộn hạt thực vật đa loại, Tạp chí KHCN Việt Nam (Seri A), 3A (2021).
- [6]. Nguyễn Thanh Danh, Nghiên cứu ảnh hưởng của mưa đối với trượt lở và xây dựng bản đồ tai biến trượt lở huyện Khánh Vĩnh, tỉnh Khánh Hòa, Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Bách khoa Tp. Hồ Chí Minh, 2019.
- [7]. Phạm Quang Hưng, Tính toán ổn định mái dốc có xét đến yếu tố không bão hòa của đất trong điều kiện Việt Nam, Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, 11 (2012).
- [8]. Phần mềm GeoStudio phiên bản 2022.1, Công ty GEOSLOPE International, Canada.
- [9]. Bộ Giao thông Vận tải, TCVN 13346:2021 - Công trình phòng chống đất sụt trên đường ô tô - Yêu cầu khảo sát và thiết kế, 2021.
- [10]. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, TCVN 13806:2023 - Công trình thủy lợi – Gia cố bảo vệ mái dốc bằng thảm thực vật, 2023.