

Đánh giá hư hỏng của đường bộ theo chỉ số phục vụ (PSI), kiểm soát bảo trì (MCI), tình trạng mặt đường (PCI) và áp dụng với một đoạn tuyến thực tế

■ TS. TRẦN TRUNG HIẾU; ThS. NGUYỄN TRỌNG GIÁP; PHẠM DUY HÙNG

Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải

TÓM TẮT: Bài báo trình bày giải pháp đánh giá chất lượng mặt đường theo mô hình hệ thống quản lý mặt đường PMS (Pavement Management System) dựa theo các chỉ số phục vụ hiện tại của đường PSI (Present Serviceability Index) được lập trong chương trình thử nghiệm đường bộ của AASHTO; chỉ số kiểm soát bảo trì MCI (Maintenance Control Index) do Bộ Xây dựng Nhật Bản thiết lập và chỉ số tình trạng mặt đường PCI (Pavement Condition Index)

TỪ KHÓA: Quản lý chất lượng mặt đường, mô hình đánh giá, PMS, PSI, MCI, PCI.

ABSTRACT: The paper presents the solution of evaluating for road pavement quality according to the model of PMS (Pavement management system) based on the current service indicators of the PSI (Present Serviceability Index) created in the test program road test of AASHTO, MCI (Maintenance Control Index) is set by the Japanese Ministry of Construction and PCI (Pavement Condition Index)

KEYWORDS: Pavement quality management, evaluation models, PMS, PSI, MCI, PCI.

cho công tác bảo trì đường bộ là rất hạn chế cho nên tạo ra công cụ và phương pháp trợ giúp các cơ quan quản lý tìm được phương án chi phí hiệu quả tốt nhất để duy trì mặt đường có đủ mức phục vụ trong một thời kỳ nhất định là rất cần thiết.

Hiện nay, nước ta đang áp dụng cơ cấu quản lý khai thác đường theo mô hình sự nghiệp, đây là mô hình quản lý tập trung theo kế hoạch, đơn vị hoạt động theo vốn sự nghiệp, các đơn vị thành viên thuộc Nhà nước quản lý. Với cách quản lý trên cho thấy, bộ máy quản lý còn cứng nhắc, số lượng cán bộ, công nhân viên đông và hiệu quả còn rất thấp. Ngoài mô hình trên còn có hai mô hình quản lý khác, đó là quản lý theo doanh nghiệp và quản lý theo mô hình công ty hóa đơn vị sự nghiệp. Ở Việt Nam thường căn cứ vào các các thông tin ghi nhận để đưa ra đối sách hợp lý cho phương án duy tu sửa chữa đường, các thông tin đó thường là số liệu thiết kế và thi công; số liệu về duy tu sửa chữa và cải tạo; số liệu về môi trường, đơn giá vật liệu; số liệu về đánh giá tình trạng mặt đường; các tiêu chuẩn và mô hình về tính năng sử dụng... Đặc biệt, việc đánh giá tình trạng mặt đường còn khá thô sơ, chủ yếu là các thông số sử dụng còn khá đơn lẻ, nhất là việc sử dụng một mô hình đánh giá về tính năng sử dụng còn ít được sử dụng.

Có rất nhiều mô hình quản lý và đánh giá chất lượng đường, điển hình như PMS, RoSyBASE, HDM, RDME. [1,2]. Trong bài báo này chỉ giới thiệu về việc ứng dụng mô hình quản lý PMS để thực hiện đánh giá chất lượng mặt đường đối với một tuyến đường cụ thể.

Mô hình hệ thống quản lý mặt đường PMS là một công cụ hỗ trợ đơn vị quản lý tuyến trong việc hiển thị trực quan dữ liệu tình trạng mặt đường giúp đánh giá và quản lý chất lượng mặt đường. Hệ thống có các chức năng cơ bản như tạo tập dữ liệu PMS nhờ thuật toán đồng bộ; tính toán và tích hợp các phần dữ liệu; hiển thị trực quan giá trị dữ liệu tình trạng mặt đường; thiết lập các giới hạn tiêu chuẩn quản lý tình trạng mặt đường; phân tích thống kê tình trạng mặt đường. Tùy theo tên chương trình có thể của hệ thống PMS, giao diện sử dụng có thể có sự khác nhau nhất định, nhìn chung tương đối dễ sử dụng. Môi trường sử dụng là bảng tính Ms-Excel kết hợp với công cụ lập trình VBA được sử dụng để phát triển chương trình

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quản lý khai thác và bảo trì đường bộ là các công việc thường xuyên nhằm mục đích quản lý tuyến cũng như các công trình trên tuyến trong giai đoạn khai thác sử dụng, trong đó đánh giá hiện trạng mặt đường, dự báo hư hỏng và đề xuất biện pháp sửa chữa là một vấn đề quan trọng. Để đạt được mục đích trên thì ngoài các phương pháp thủ công đã biết, còn có các phương pháp đánh giá hiện đại có thể xem xét áp dụng.

Hệ thống quản lý mặt đường là một trong những công cụ quan trọng nhất đối với các nhà quản lý mạng lưới đường. Thực tế hiện nay cho thấy, ngân sách nhà nước

phù hợp với đối tượng người dùng quản lý tuyến ở các chi cục quản lý đường bộ hoặc nhà thầu bảo trì. Việc xây dựng cơ sở dữ liệu (CSDL) đường bộ thông qua phần mềm MS-Excel. CSDL được nhập vào thường bao gồm 4 nguồn: CSDL kiểm kê đường bộ; CSDL tình trạng mặt đường; CSDL lịch sử bảo trì đường bộ; CSDL lưu lượng giao thông.

2. NỘI DUNG PHƯƠNG PHÁP

Sau công đoạn nhập và đồng bộ CSDL, dữ liệu PMS hiển thị thường phân ra cho từng phần đoạn mặt đường dài 100m hoặc vài trăm mét với các dữ liệu chi tiết ở các cột tương ứng, phân thành các nhóm thông tin như: nhóm thông tin tuyến; nhóm thông tin tình trạng mặt đường; nhóm thông tin lịch sử bảo trì; nhóm dữ liệu dữ liệu nhất được thu thập bằng xe khảo sát chuyên dụng hoặc các phương pháp khảo sát phù hợp được phân lễ, gồm 3 chỉ số: độ gồ ghề, chiều sâu hần lún vết bánh xe (HLVBX), tỉ lệ nứt. Hiện nay đã đang có những phương pháp đánh giá chất lượng, tuổi thọ mặt đường theo từng chỉ số riêng lẻ như chỉ số độ gồ ghề, chỉ số HLBVX hay chỉ số vết nứt. Các kết quả đánh giá này thường mang tính tham khảo và có sự sai khác nhất định giữa kết quả của các tác giả khác nhau và thường không mang tính hệ thống.

Sau đây, nhóm tác giả giới thiệu 3 chỉ số tổng hợp đánh giá tình trạng mặt đường được tính toán từ các dữ liệu đầu vào và 3 chỉ số đơn trên. Đó là chỉ số phục vụ hiện tại của đường PSI (Present Serviceability Index) được lập trong chương trình thử nghiệm đường bộ của AASHTO [3]; chỉ số kiểm soát bảo trì MCI (Maintenance Control Index) do Bộ Xây dựng Nhật Bản thiết lập và chỉ số tình trạng mặt đường PCI (Pavement Condition Index) cũng là một loại chỉ số chất lượng mặt đường và cũng được sử dụng tương đối rộng rãi ở Mỹ, châu Âu, Trung Quốc và được đưa vào trong hướng dẫn tính toán theo TCSS 07-2013 ở Việt Nam:

$$PSI = 5,03 - 1,9 \times \log(1 + SV) - 1,38 (RD)^2 - 0,01 \sqrt{C - P} \quad (1)$$

Trong đó: SV - Chỉ số đặc trưng đặc trưng cho độ gồ ghề mặt đường; RD - Chiều sâu HLBVX (inch); C - Tỷ lệ nứt mặt đường (ft/1000 ft²); P - Tỷ lệ và mật đường (ft/1000 ft²).

Chỉ số MCI được xác định theo trị số nhỏ nhất trong các công thức tính dưới đây:

$$MCI_1 = 10 - 1,48 \times C^{0,3} - 0,29 \times D^{0,7} - 0,47 \times P^{0,2} \quad (2)$$

$$MCI_2 = 10 - 1,51 \times C^{0,3} - 0,23 \times D^{0,7} \quad (3)$$

$$MCI_3 = 10 - 2,23 \times C^{0,3} \quad (4)$$

$$MCI_4 = 10 - 0,54 \times D^{0,7} \quad (5)$$

Trong đó: F - Chỉ số đặc trưng đặc trưng cho độ gồ ghề mặt đường, được chuyển đổi từ chỉ số IRI; D - Chiều sâu HLBVX (mm); C - Tỷ lệ nứt mặt đường (%).

Chỉ số PCI thường được tóm tắt theo 6 bước, trong đó cần xác định loại, mức độ và mật độ hư hỏng; xác định số điểm khấu trừ CDV và tính chỉ số tình trạng mặt đường PCI=100-CDV.

Thông qua việc hiển thị 5 chỉ số tình trạng mặt đường (bao gồm 3 chỉ số thu thập từ khảo sát và 3 chỉ số tổng hợp PSI, MCI, PCI) cùng với chỉ số cường độ mặt đường, hệ thống sẽ hỗ trợ rất tốt cho việc đánh giá tổng thể chất lượng cũng như mức độ phục vụ của mặt đường.

3. Ví dụ đánh giá một công trình cụ thể

Sau đây báo sử dụng phương pháp đánh giá theo mô hình PMS để nghiên cứu đánh giá chất lượng mặt đường của công trình QL21, đoạn Láng Hòa Lạc đi Xuân Mai.

3.1. Hiện trạng dự án và kết quả tính

Đoạn tuyến đạt tiêu chuẩn cấp III đồng bằng. Nền đường chủ yếu dạng đập bình thường và nửa đào đắp. Mặt đường bê tông nhựa, một số đoạn đã được sửa chữa cục bộ và hoàn thành. Đoạn tuyến nhiều chỗ bị hư hỏng dưới hình thức lún cục bộ, hần, lún, nứt mai rùa, nứt ngang dọc...

Bảng 3.1 giới thiệu mô tả thông tin dữ liệu đầu vào của đoạn tuyến nghiên cứu với các thông tin như loại hình hư hỏng, mức độ hư hỏng mặt đường, chỉ số cường độ đi kèm bằng kết quả đo bằng phương pháp tầm áp cứng. Và kết quả tính cuối cùng của các chỉ số PSI, MCI, PCI tương ứng tình theo công thức đề xuất ở trên.

Bảng 3.1. Kết quả khảo sát tình trạng mặt đường và chỉ số PSI, MCI, PCI

Phần đoạn	Cột cây cộ		Loại mặt đường	Cường độ mặt đường (kN/m ²)	Tình trạng (hư hại)			Chỉ chu	PSI	MCI	PCI			
	Từ (Km,m)	Đến (Km,m)			Tỷ lệ nứt/Chi số nứt (%/01/m ²)	Chiều sâu HLBVX (mm)	IRI (mm/m)							
												C, Nứt	P, Vết/gồ ghề	
1	10	0	10	200	BTN	1450	30	7,26	5,3	mặt đg rạn nứt	3,39	7,18	80	
2	10	200	11	0	BTN		20	10	6,8	ổ gà rải rác	3,12	7,88	30	
3	11	0	11	500	BTN	1590	20	6,49	4,87	mặt đường rạn nứt ít	3,48	7,39	66	
4	11	500	12	0	BTN		15	6,2	5,1	ổ gà rải rác	3,45	8,34	78	
5	12	0	12	500	BTN	1447	30	11,4	5,84	ổ gà rải rác	3,05	7,74	62	
6	12	500	13	0	BTN		25	11	7,3	ổ gà rải rác	3,02	7,77	70	
7	13	0	13	500	BTN	1415	20	8,54	6,3	ổ gà rải rác	3,23	8,05	70	
8	13	500	14	0	BTN		20	10,59	8,82	ổ gà rải rác	2,90	7,79	70	
9	14	0	14	500	BTN	1461	20	9,9	9,98	mặt đg bong bít	2,84	7,84	76	
10	14	500	15	0	BTN		20	10,3	8,69	ổ gà rải rác	2,92	7,82	70	
11	15	0	15	500	BTN (1,3)	1315	35	10,07	8,14	mặt đg rạn nứt	2,96	6,77	74	
12	15	500	16	0	BTN		30	10	9,37	6,36	mặt đg rạn nứt	3,19	6,93	76
13	16	0	16	500	BTN	1435	20	25	10,87	8,36	ổ gà rải rác	2,93	6,86	68
14	16	500	17	0	BTN		20	25	11,83	7,26	ổ gà rải rác	2,98	6,78	68
15	17	0	17	500	BTN	1465	10	30	9,04	7,18	ổ gà rải rác	3,11	7,23	64
16	17	500	18	0	BTN		10	30	10,49	9,28	ổ gà rải rác	2,87	7,05	64

17	18	0	18	500	BTN	1382	35	15	9,72	7,94	mặt đg rẻn mặt	3,01	6,81	86
18	18	500	19	0	BTN		15	35	11,21	7,47	ổ gà rải rắc	2,97	6,86	89
19	19	0	19	500	BTN	1437	25	25	8,23	9,45	ổ gà rải rắc	2,94	7,09	70
20	19	500	20	0	BTN		25	25	15,27	12,3	lấn cục lồi	2,39	6,32	64

3.2. Đánh giá tình trạng mặt đường theo chỉ số PSI và MCI

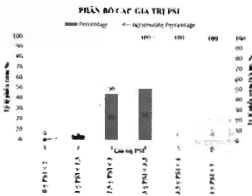
Việc phân hạng, xếp loại đánh giá tình trạng mặt đường có thể đánh giá thông qua giá trị của các chỉ số quan trọng đơn lẻ như IRI, HLBVX, vết nứt như [5,6]. Theo chỉ số PSI và MCI có thể tính toán và đánh giá theo phân quy định của AASHTO [3] và theo quy định do Bộ Xây dựng Nhật thiết lập [4].

Có thể thực hiện việc đánh giá bằng trực quan thông qua cách phân chia thang đo chất lượng mặt đường của chỉ số PSI và MCI. Trong đó, PSI được chia thang 5 mức từ 0 đến 5 và MCI được chia thành 10 mức từ 0 đến 10. Theo đó, kết quả đánh giá của tuyến đường khảo sát theo chỉ số PSI được thể hiện ở Bảng 3.2, Hình 3.1; theo chỉ số MCI được thể hiện ở Bảng 3.3, Hình 3.2 dưới dạng thống kê bảng và thống kê biểu. Kết quả đánh giá cho thấy, đoạn tuyến QL21 vì cũng mới được nâng cấp sửa chữa nên chất lượng mặt đường còn tương đối tốt, giá trị PSI rơi chủ yếu vào miền chất lượng trung bình và trung bình khá (PSI = 2,5 đến 3,5), chỉ có 5% chất lượng rơi vào vùng xấu (PSI = 2 đến 2,5). Không có vùng hư hỏng rất xấu hay tối. Ngoài ra, các vị trí khác còn lại trên tuyến không có hư hỏng trên tuyến có thể coi là chất lượng tốt (PSI > 3,5). Theo giá trị của MCI cũng cho kết quả khá tương đồng, có đến 90% chất lượng mặt đường vị trí hư hỏng có chất lượng trung bình và khá (35% chất lượng trung bình ứng với MCI = 6 đến 7 và 55% chất lượng khá ứng với MCI = 7 đến 8), không có chất lượng trung bình yếu và chất lượng tốt.

Nhìn chung, kết quả đánh giá theo quan điểm của trị số PSI và MCI cho kết quả tương đối tương đồng về chất lượng mặt đường xe chạy theo các phân đoạn đã chia. Chỉ có kết quả đánh giá theo PSI cho những giá trị nghiêm ngặt hơn và có vẻ mang độ chính xác hay độ phân loại cụ thể hơn so với kết quả đánh giá theo MCI.

Bảng 3.2

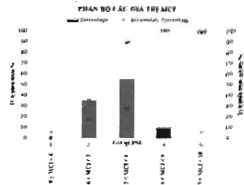
Hạng	Giá trị PSI	Tên phân đoạn	Tỷ lệ %	Tỷ lệ tích lũy
1	0 ≤ PSI < 2	Không có	0	0
2	2 ≤ PSI < 2,5	20	5	5
3	2,5 ≤ PSI < 3,0	8, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 18, 19	45	50
4	3 ≤ PSI < 3,5	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 15, 17	50	100
5	3,5 ≤ PSI < 4	Không có	0	100
6	4 ≤ PSI < 5	Không có	0	100



Hình 3.1: Kết quả khảo sát tình trạng mặt đường và chỉ số PSI

Bảng 3.3

Hạng	Giá trị PSI	Tên phân đoạn	Tỷ lệ %	Tỷ lệ tích lũy
1	0 ≤ MCI < 6	Không có	0	0
2	6 ≤ MCI < 7	11, 12, 13, 14, 17, 18, 20	55	55
3	7 ≤ MCI < 8	1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 15, 16, 19	55	90
4	8 ≤ MCI < 9	4, 7	10	100
5	9 ≤ PSI < 10	Không có	0	100
6	0 ≤ MCI < 6	Không có	0	0



Hình 3.2: Kết quả khảo sát tình trạng mặt đường và chỉ số MCI

Kết quả đánh giá tình trạng mặt đường theo PCI (Bảng 3.1) tuy có kết quả không có nhiều khác biệt nhưng cần kèm chính xác theo các mức độ đánh giá.

3.3. Đánh giá tình trạng mặt đường theo chỉ số PSI và MCI diễn biến theo thời gian

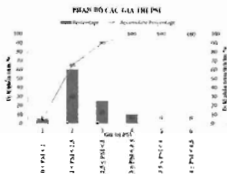
Một trong những ý nghĩa của các chỉ số tổng hợp PSI, MCI là giúp đánh giá được tình trạng mặt đường và sự ảnh hưởng của từng thông số đơn lẻ. Sau đây bài báo sẽ tiếp tục xem xét một số điều kiện già định về sự phát triển mức độ hư hỏng của mặt đường theo các thông số đó và đánh giá sự thay đổi qua các chỉ số tổng hợp PSI và MCI. Điều kiện giả thiết là sau 3 năm, mức độ hư hỏng của mặt đường tại các vị trí hư hỏng tăng gấp 1,5 lần theo hai chỉ số đơn lẻ là chỉ số nứt/vết ổ gà (C/P), chỉ số IRI và HLBVX.

Bảng 3.4, 3.5 và Hình 3.3, 3.4 giới thiệu thống kê phân bố giá trị PSI, MCI của tình trạng mặt đường tại những vị trí có hư hỏng trên tuyến QL21 khi mức độ hư hỏng tăng gấp 1,5 lần sau 3 năm. Kết quả tính toán cho thấy, tuyến khi mức độ hư hỏng tăng 1,5 lần theo các chỉ số về bề mặt

là IRI, chỉ số nứt, và, ô gà (C, P), giá trị PSI đã có sự thay đổi khá rõ rệt, đã có những hư hỏng được xếp vào loại rất xấu (PSI < 2 và MCI < 6), hư hỏng đi kèm chất lượng mặt đường mức độ trung bình, yếu là 90% (PSI = 2,5 đến 3,0). Không có vùng hư hỏng kèm tình trạng mặt đường trung bình khá trở lên (PSI > 3). Theo giá trị của MCI cũng cho kết quả thay đổi theo chiều hướng như vậy, dù rằng sự thay đổi của MCI theo chiều hướng xấu đi là chậm và ít hơn so với chỉ số PSI.

Bảng 3.4

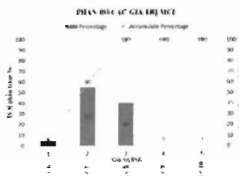
Hạng	Giá trị PSI	Tên phân đoạn	Tỷ lệ %	Tỷ lệ tích lũy
1	0 < PSI < 2	20	5	5
2	2 ≤ PSI < 2,5	5 6 8 9 10	60	65
		11 13 14 16		
3	2,5 ≤ PSI < 3,0	1 2 9 12 15	25	90
4	3 ≤ PSI < 3,4	3 4	10	100
5	3,5 ≤ PSI < 4	Không có	0	100
6	4 ≤ PSI < 5	Không có	0	100



Hình 3.3: Kết quả khảo sát tình trạng mặt đường và chỉ số PSI khi mức độ hư hỏng tăng

Bảng 3.5

Hạng	Giá trị MCI	Tên phân đoạn	Tỷ lệ %	Tỷ lệ tích lũy
1	0 < MCI < 6	20	5	5
2	6 ≤ MCI < 7	1 3 4 11 12 13 14	55	60
		15 16 17 18 19		
3	7 ≤ MCI < 8	2 4 5 6 7 8 9 10	40	100
4	8 ≤ MCI < 9	Không có	0	100
5	9 ≤ MCI < 10	Không có	0	100
6	10 ≤ MCI < 11	Không có	0	100
7	11 ≤ MCI < 12	Không có	0	100
8	12 ≤ MCI < 13	Không có	0	100
9	13 ≤ MCI < 14	Không có	0	100
10	14 ≤ MCI < 15	Không có	0	100
11	15 ≤ MCI < 16	Không có	0	100
12	16 ≤ MCI < 17	Không có	0	100
13	17 ≤ MCI < 18	Không có	0	100
14	18 ≤ MCI < 19	Không có	0	100
15	19 ≤ MCI < 20	Không có	0	100



Hình 3.4: Kết quả khảo sát tình trạng mặt đường và chỉ số MCI khi mức độ hư hỏng tăng

4. KẾT LUẬN

Bài báo nghiên cứu các mô hình quản lý đánh giá chất lượng mặt đường hiện nay và mô hình quản lý PMS để đánh giá tình trạng mặt đường, tính toán đánh giá cho một đoạn tuyến cụ thể tại tuyến QL21.

Kết quả đánh giá theo PSI và MCI có độ tin cậy và có tính tương đồng; kết quả đánh giá theo PCI tuy không có nhiều khác biệt nhưng còn kém chính xác và phụ thuộc nhiều vào cảm tính người thiết lập tính toán hoặc công tác khảo sát do đòi hỏi phải thống kê một cách chính xác mức độ và loại hình hư hỏng mặt đường (như chủng loại vết nứt: ngang, dọc, mai rùa, parabol, nứt phản ánh...) mà những thông tin này thường không có trong dữ liệu khảo sát mặt đường đoạn tuyến.

Cũng bằng cách tương tự như vậy, với những con đường đã bị hư hỏng cần sửa chữa, đơn vị quản lý có thể đưa ra những phương án sửa chữa phù hợp, có thể là sửa chữa toàn diện, có thể là sửa chữa phân kỳ và sử dụng các chỉ số tổng hợp PSI, MCI trên để dự đoán, kiểm tra và đánh giá hiệu quả. Có thể đó là các phương án sửa chữa nhỏ như trám/vá vết nứt, ô gà, chống lún cục bộ hay các phương án sửa chữa lớn hơn như thậm lại mặt đường, cào bóc...

Mặt khác, với số liệu thống kê chất lượng mặt đường hàng năm, số liệu về giải pháp và hiệu quả sửa chữa hàng năm, dựa theo hai chỉ số tổng hợp PSI, MCI có thể có những báo cáo, đánh giá chất lượng và diễn biến sự suy giảm chất lượng mặt đường, dự báo tuổi thọ và diễn tiến của quá trình suy giảm chất lượng mặt đường đó.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Nguyễn Minh Khẩu, Vũ Hoài Nam (2014), *Quản lý khai thác đường ô tô*, NXB. GTVT.
- [2]. Tiêu chuẩn cơ sở TCCS 07:2013/TCĐBVN (2013), *Tiêu chuẩn kỹ thuật bảo dưỡng thường xuyên đường bộ*, Bộ GTVT.
- [3]. Carey, W. N. and P. E. Irick (1962), *The Pavement Serviceability Performance Concept*, In Highway Research Board Bulletin 250, HRB, National Research Council, Washington, D.c.
- [4]. Research on Planning of Pavement Maintenance and Reliability (in Japanese) (1981), *National Highway First Division, Road Bureau, Ministry of construction and Public Works Research Institute, Ministry of Construction*.
- [5]. Bộ GTVT (2013), Tiêu chuẩn cơ sở TCCS 07:2013/TCĐBVN, *Tiêu chuẩn Kỹ thuật bảo dưỡng thường xuyên đường bộ*.
- [6]. Th.S. Lương Xuân Ngọc (2015), *Nghiên cứu ứng dụng thiết bị khảo sát tình trạng mặt đường phục vụ lập kế hoạch bảo trì đường bộ*, Luận văn Thạc sỹ, Trường Đại học GTVT.

Ngày nhận bài: 08/02/2020
 Ngày chấp nhận đăng: 25/3/2020
 Người phản biện: TS. Vũ Hoài Nam
 TS. Dương Tất Sinh