



**RS Global**  
Journals

**Scholarly Publisher**  
**RS Global Sp. z O.O.**  
ISNI: 0000 0004 8495 2390

Dolna 17, Warsaw, Poland 00-773  
Tel: +48 226 0 227 03  
Email: editorial\_office@rsglobal.pl

<b>JOURNAL</b>	World Science
<b>p-ISSN</b>	2413-1032
<b>e-ISSN</b>	2414-6404
<b>PUBLISHER</b>	RS Global Sp. z O.O., Poland
<b>ARTICLE TITLE</b>	ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ОЦІНЦІ ЯКІСНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ
<b>AUTHOR(S)</b>	Славінська О. С., Дуля М. В.
<b>ARTICLE INFO</b>	Olena Slavinska, Mykhailo Dulia. (2021) Using of Geoinformation Technologies in Assessment of Quality Condition of Roads. World Science. 6(67). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30062021/7609
<b>DOI</b>	<a href="https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30062021/7609">https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30062021/7609</a>
<b>RECEIVED</b>	02 April 2021
<b>ACCEPTED</b>	26 May 2021
<b>PUBLISHED</b>	31 May 2021
<b>LICENSE</b>	 This work is licensed under a <b>Creative Commons Attribution 4.0 International License</b> .

© The author(s) 2021. This publication is an open access article.

# ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ОЦІНЦІ ЯКІСНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Славінська О. С., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, Київ, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9709-0078>

Дуля М. В., аспірант, Національний транспортний університет, Київ, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1916-8642>

DOI: [https://doi.org/10.31435/rsglobal\\_ws/30062021/7609](https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30062021/7609)

## ARTICLE INFO

**Received:** 02 April 2021

**Accepted:** 26 May 2021

**Published:** 31 May 2021

## KEYWORDS

digital model of the road,  
geographic information systems,  
qualitative condition of the highway.

## ABSTRACT

The article presents a method for assessing the quality of roads using geographic information technologies to create digital models of the road and the surrounding area. The construction of such digital models is performed on the basis of geospatial coordinates to be processed during the certification of roads. When processing data in specialized software packages, geometric parameters and indicators of compliance with traffic safety conditions are obtained on the basis of spatial coordinates. Based on the constructed digital models, the indicators of functional wear are estimated.

**Citation:** Olena Slavinska, Mykhailo Dulia. (2021) Using of Geoinformation Technologies in Assessment of Quality Condition of Roads. *World Science*. 6(67). doi: 10.31435/rsglobal\_ws/30062021/7609

**Copyright:** © 2021 Olena Slavinska, Mykhailo Dulia. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

**Постановка проблеми.** Якісний стан автомобільних доріг – це комплексне, технічне, наукове, економічне та соціальне питання, підходи до вирішення якого різняться між собою і залежать від процесу реалізації інфраструктурного проекту – від проектування до експлуатації. Як правило, якісний стан доріг характеризується одним комплексним показником. Проте визначення цього показника ускладнене багатомірністю параметрів та відсутністю достатньої кількості статистичних даних. Вирішення цього питання може ґрунтуватися на геоінформаційних технологіях, що набули широкого використання у багатьох країнах світу та дозволяють відтворити значну кількість об'єктів на координатно-орієнтованій карті.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На теперішній час управління мережею автомобільних доріг забезпечують різні інформаційні системи, зокрема АЕСУМ, СУСП, ЕПАД, що функціонують автономно та, як правило, не мають зв'язку між собою. В Україні розроблено низку нормативно-технічних документів, які встановлюють вимоги щодо виконання робіт з інформаційного забезпечення в дорожній галузі, що декларують вимоги до автоматизованої системи управління дорожньою галуззю та паспортизації автомобільних доріг [1-4]. Питанням оцінки якісного стану автомобільних доріг, їх відповідності нормативним та споживчим вимогам, присвячені роботи [5-8]. Вагомим компонентом для оцінки якісного стану з використання геоінформаційних систем є цифровий паспорт автомобільної дороги - документ, що характеризує її сучасний стан, та використовується для прийняття рішень щодо ремонту, реконструкції та оцінки умов руху транспортного потоку. Впровадження геоінформаційних систем, зокрема збір та систематизацію геопросторових даних автомобільних доріг, а також вимоги до геоінформаційних технологій щодо вдосконалення процесу управління в дорожній галузі розглянуто у роботах [9-12].

У багатьох країнах світу дорожня інфраструктура сприймається як природний об'єкт для впровадження геоінформаційних технологій та використання геоінформаційних систем при

супроводі автомобільних доріг на всіх етапах життєвого циклу. Лідерами з впровадження геоінформаційних систем у світі є США, Німеччина, Швеція, Великобританія, Франція, Норвегія, Фінляндія. У цих країнах існують єдині централізовані бази дорожніх даних та інтегровані прикладні системи [13].

**Мета даної роботи:** визначити якісний стан автомобільних доріг, на основі використання компонентів геоінформаційної системи, шляхом відтворення значної кількості об'єктів на координатно-орієнтованій карті та побудови їх цифрової моделі.

**Викладка основного матеріалу дослідження.** Автомобільна дорога, як і будь-який інший інфраструктурний об'єкт, з часом при експлуатації має певний знос, найбільш наглядним прикладом якого є погіршення стану покриття дорожнього одягу. При оцінці якісного стану слід враховувати різні форми накопиченого зносу: фізичний, зумовлений частковою або повною втратою первісних технічних та технологічних якостей; функціональний, за рахунок часткової або повної втрати первісних функціональних (споживчих) характеристик, впливом соціально-економічних, екологічних та інших факторів. Фізичний знос проявляється постійно і величина його збільшується з часом. Функціональний знос настає тоді, коли проявляється невідповідність наявної технічної категорії автомобільної дороги інтенсивності руху транспортних потоків.

Наявні дослідження ґрунтуються на методах кваліметрії з урахуванням вагомості параметрів автомобільної дороги, результатом яких є загальна модель її якісного стану (рис.1) [8].

Рівні моделі		
0	1	2
К <sub>к</sub>	Функціональний знос автомобільної дороги	Інтенсивність руху
		Параметри елементів плану і поздовжнього профілю
	Фізичний знос автомобільної дороги	Параметри поперечного профілю автомобільної дороги
		Показники ділянки автомобільної дороги з безпеки дорожнього руху
		Оцінка впливу на навколишнє середовище (гігієнічні показники)
		Земляне полотно
		Споруди дорожнього водовідводу
		Дорожній одяг
		Узбіччя
		Транспортні споруди
		Дорожні інженерні облаштування
		Споруди дорожньої служби
		Об'єкти дорожнього сервісу
		Засоби організації дорожнього руху

Рис. 1. Загальна модель якісного стану автомобільної дороги

Для належного підтримання транспортно-експлуатаційних якостей дороги треба систематично досліджувати її стан, режими руху транспортних засобів, регулярно проводити

паспортизацію та інвентаризацію, що надалі значно спростить оцінку якісного стану автомобільної дороги.

Паспорт автомобільної дороги визначає:

- цифрову модель дороги із шириною смуги 100 – 150 м;
- план дороги із прямокутними координатами X, Y;
- поздовжній профіль із координатами X, Z.

Крім того, паспорт автомобільної дороги фіксує:

- координати основних елементів дороги;
- з'їздів та їх параметрів;
- розташування штучних споруд;
- розташування дорожніх знаків;
- автобусних зупинок;
- розташування підпірних стінок;
- розташування огороження;
- розташування майданчиків для відпочинку;
- розташування АЗС, СТО, тощо.

Отримані координати використовуються для побудови плану дороги, поздовжнього та поперечних профілів, для визначення радіусів горизонтальних кривих, поздовжніх похилів, радіусів вертикальних кривих, кривих з'їздів. На основі прямокутних координат будується цифрова модель дороги та прилеглої місцевості.

Географічні або прямокутні координати, необхідні для побудови цифрової моделі дороги та визначення її геометричних параметрів, а також цифрової моделі смуги відводу можливо визначити такими методами:

- тахометричною зйомкою;
- за допомогою GPS технологій;
- за допомогою аерофотозйомки;
- за допомогою супутникових карт розроблених на основі GPS-технологій;
- за допомогою лазерного сканування.

Таким чином, основні елементи автомобільної дороги, такі як ширина проїзної частини, радіуси горизонтальних кривих, поздовжні похили, радіуси вертикальних кривих, пікетажне положення можна визначити за допомогою супутникових геодезичних карт. Кожна точка на карті характеризується географічними координатами X, Y та висотою Z.

Одним із методів аналізу зібраних даних, є використання інформаційно-аналітичних систем, що призначені для роботи з просторовими координатами, які здатні полегшити процес оцінки функціонального зносу дороги. Однією з таких є «GPS TrackCorrector», вона дозволяє визначити поздовжній похил ділянки дороги, радіуси кривих у плані та радіуси опуклих та увігнутих кривих у плані на основі зібраних геопросторових координат осі проїзної частини дороги (табл.1).

Таблиця 1. Відомість горизонтальних кривих

Початок кривої	Кінець кривої	Радіус, м	Довжина, м	Кут повороту, градуси	Напрямок
56+715,005	56+869,896	4731	154,891	1,9	праворуч
57+216,155	57+413,384	2500	197,229	4,5	ліворуч
59+535,687	59+997,209	3592	461,522	7,4	ліворуч
60+622,284	61+064,085	3299	441,801	7,7	праворуч
61+736,637	61+900,454	2411	163,817	3,9	праворуч
67+043,047	67+174,86	18429	131,813	0,4	ліворуч
68+692,38	69+095,034	2424	402,654	9,5	ліворуч
69+367,003	69+591,965	3032	224,962	4,3	праворуч
70+130,465	70+299,435	3387	168,97	2,9	ліворуч
72+141,059	72+590,433	2620	449,374	9,8	праворуч
75+307,669	75+786,37	2274	478,701	12,1	праворуч
77+501,87	77+665,837	2618	163,967	3,6	ліворуч
78+589,662	79+134,115	1943	544,453	16	ліворуч
79+883,859	79+992,845	662	108,986	9,4	ліворуч

Таким чином, ми отримуємо значення радіусів горизонтальних кривих, їх лінійну прив'язку, кут повороту та довжину кривих у плані.

Аналогічно можливо визначити радіуси, довжину та тип вертикальних кривих поздовжнього профілю автомобільної дороги (табл. 2).

Таблиця 2. Відомість вертикальних кривих

Початок кривої, м	Кінець кривої, м	Довжина кривої, м	Радіус кривої, м	Тип кривої
56+252,242	57+272,881	1020,639	19649	випукла
58+733,696	59+494,015	760,319	34926	увігнута
60+888,907	61+755,085	866,178	25012	увігнута
62+255,676	62+916,057	660,381	13131	випукла
63+056,161	63+636,418	580,257	25405	увігнута
68+118,89	68+879,472	760,582	29839	випукла
69+159,589	69+820,009	660,42	16812	випукла
70+340,631	71+021,197	680,566	28011	увігнута
72+900,383	73+166,149	265,766	6188	увігнута
74+946,948	75+307,059	360,111	11979	випукла
75+347,226	75+647,224	299,998	3935	увігнута
76+070,637	76+373,301	302,664	6735	увігнута
78+563,245	79+079,036	515,791	17503	увігнута

Ще одним інструментом для аналізу геопросторових координат є «Safety Analysis», програма виявлення ділянок доріг, які не відповідають вимогам транспортних потоків з умов безпеки руху. На основі визначених просторових координат будується цифрова модель дороги і прилеглої місцевості (рис.2).

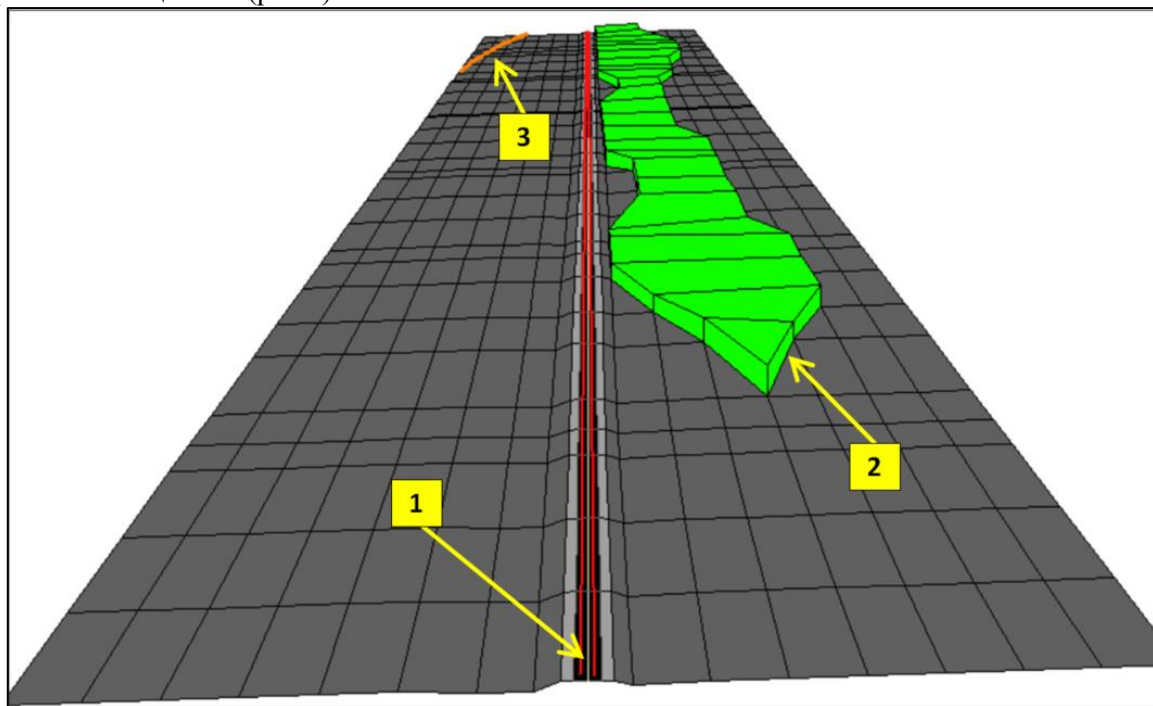


Рис. 2. Цифрова модель дороги і прилеглої місцевості:  
1 – вісь дороги; 2 – зелені насадження; 3 – вісь дороги, що примикає

Програма дозволяє на основі побудованої цифрової моделі оцінити видимість дороги у плані та профілі (рис.3), відстань від крайки проїзної частини до зелених насаджень, забудови та ін.

Використання розглянутих інструментів геоінформаційних систем та просторових координат зібраних в результаті паспортизації автомобільної дороги, дозволяє оцінити деякі показники кваліметричної моделі якісного стану автомобільної дороги (рис. 1). Зокрема: поздовжній похил ділянки, радіуси кривих у плані (табл. 1), довжину прямих ділянок, поздовжній

похил ділянок дороги, радіус опуклих /увігнутих кривих у профілі (табл. 2), ширину та поперечний похил проїзної частини, ширину та поперечний похил узбіччя. Також показники коефіцієнтів безпеки, відстань від крайки проїзної частини до зелених насаджень (рис. 2-3), видимість дороги у плані та профілі (рис. 3), видимість перетинів в одному рівні з дорогою, що примикає.

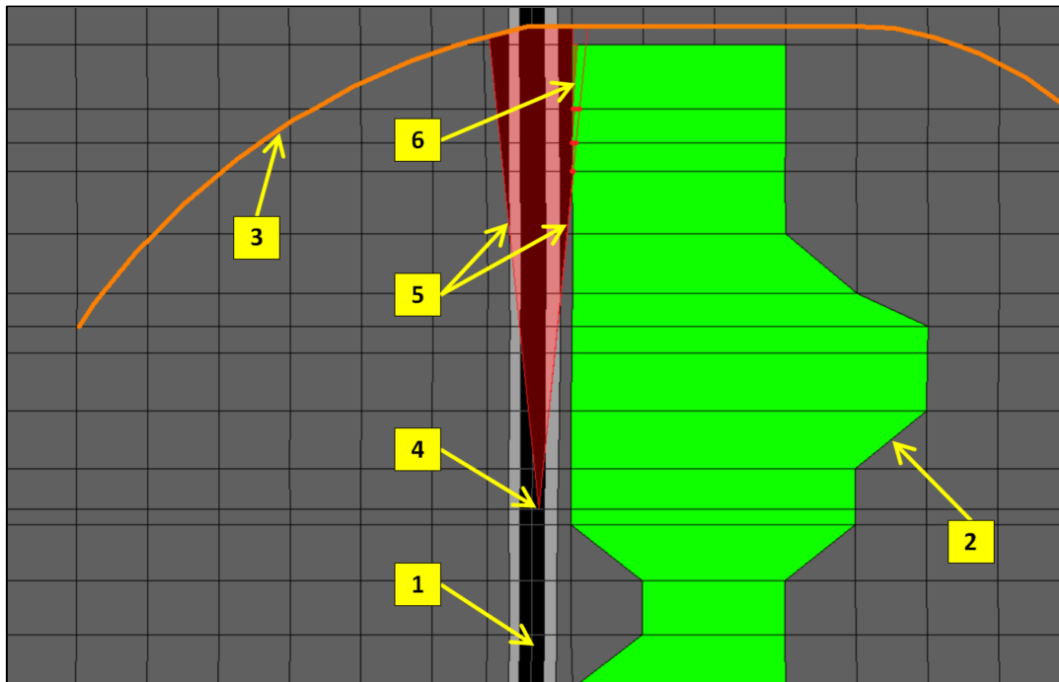


Рис. 3. Приклад візуалізації недостатньої видимості у плані: 1 – вісь дороги; 2 – зелені насадження; 3 – вісь дороги, що примикає; 4 – точка спостереження; 5 – видимість дороги у плані; 6 – зона обмеженої видимості

Сучасні геоінформаційні технології дають можливість створити базу даних картографічної інформації (топографічні та дорожні карти, карти вулиць, кадастрова карта України, тощо), користуватись навігацією по карті, оперувати векторними шарами карти, здійснювати просторовий аналіз, адресний пошук, зберігати та відображати комплексну кадастрову інформацію про автодороги, здійснювати автоматизований пошук інформації та детальний перегляд даних про об'єкти дорожньої інфраструктури в режимі суміщення з популярними картографічними ресурсами, комплексно аналізувати мережу доріг та стан їх покриття, завдяки включенню до відображення параметрів рівності, міцності, зчеплення проїзної частини, також геометричних характеристик, отримувати оперативну аналітичну та статистичну інформацію щодо дорожньо-транспортних пригод, тощо.

Структура геоінформаційної системи дорожньої мережі включає повну картографічну інформацію щодо стану дорожнього покриття й транспортних умов (містить технічні характеристики автодороги, зокрема тип покриття, ширину проїзної частини, кількість смуг, наявність розмітки), дані моніторингу та реєстрації дорожньо-транспортних пригод, проведення ремонтів, інформацію про облік інженерних мереж та споруд. А саме інтенсивність руху, параметри елементів плану і поздовжнього профілю, параметри поперечного профілю дороги, показники ділянки автомобільної дороги з безпеки дорожнього руху та оцінки впливу на навколишнє середовище. Також інформацію про земляне полотно, споруди дорожнього водовідводу, дорожній одяг, транспортні споруди, дорожні інженерні обладнання, споруди дорожньої служби, об'єкти дорожнього сервісу та засоби організації дорожнього руху.

Проте, існують деякі проблемні питання з інформатизації дорожньо-будівельного комплексу, а саме:

- відсутність єдиного інформаційного простору за рахунок сумісності та взаємодії створюваних об'єктів і процесів);
- відсутність нормативних та інших документів, що чітко регламентують основні положення створення галузевих інформаційних систем;
- недостатній рівень взаємодії дорожніх служб з геодезичними та екологічними, тощо.



Застосування комплексного підходу з впровадження ГІС та сучасних технологій обстеження автомобільних доріг дасть змогу більш ефективно контролювати всю мережу та враховувати їх як функціональний, так і фізичний знос при оцінці якісного стану, Використовувати цифрові моделі дороги та прилеглої місцевості, а також бази даних з описом об'єктів, що належать дорозі.

**Висновки.** Використання компонентів геоінформаційної системи дозволяє відтворити значну кількість об'єктів на координатно-орієнтованій карті, що надає змогу оцінити стан функціонального зносу на основі цифрової моделі автомобільної дороги та прилеглої місцевості: визначити відповідність поздовжнього похилу ділянки, радіусів кривих у плані та профілі, ширини та поперечного похилу проїзної частини нормативним вимогам. Визначити показники безпеки руху відповідно до заданих параметрів на основі просторових даних ділянки дороги.

## ЛІТЕРАТУРА

1. СОУ 42.1-37641918-122:2014 Автомобільні дороги. Вимоги до комплексу робіт з інформаційного забезпечення (зі Зміною № 1) (чинний від 1 лютого 2015 р.). Київ, 2015. 14 с. (Стандарт організації України).
2. СОУ 42.1-37641918-109:2013 Норми часу на супроводження геоінформаційної системи Укравтодору (зі Зміною № 1) (чинний від 5 грудня 2013 р.). Київ, 2016. 34 с. (Стандарт організації України).
3. СОУ 42.1-37641918-063:2016 Геоінформаційна система автомобільних доріг. Вимоги до складу, змісту та застосування (чинний від 1 березня 2016 р.). Київ, 2016. 66 с. (Стандарт організації України).
4. СОУ 42.1-37641918-038:2016 Паспорт автомобільної дороги (чинний від 1 березня 2016 р.). Київ, 2016. 133 с. (Стандарт організації України).
5. Colonna, Pasquale & D'Amoja, Simona & Maizza, Manuela & Ranieri, Vittorio. (2003). The quality of service in terms of road serviceability as a fundamental parameter for taking technical, economical and strategic choices that concern road network infrastructures. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/263398449>
6. Jonas Matijošius, Aidas Vasilis Vasiliauskas, Virgilija Vasilienė-Vasiliauskienė, Žygintas Krasodomskis. The Assessment of Importance of the Factors that Predetermine the Quality of a Service of Transportation by Road Vehicles. *Procedia Engineering* Volume 134, 2016, Pages 422-429. ISSN 1877-7058. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.01.034>.
7. Славінська О.С., Харченко А.М. Застосування кваліметричної моделі до оцінки транспортно-експлуатаційного стану автомобільної дороги. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. Вип. 96. 2016.*
8. Slavinska, Olena, et al. Development of a Model of the Weight of Motor Roads Parameters as Part of the Information and Management System of Monetary Evaluation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 1, no. 3, 2019, pp. 46-59, doi:10.15587/1729-4061.2019.156519.
9. Alamri S. Independent Map Enhancement for a Spatial Road Network: Fundamental Applications and Opportunities. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 2021; 10(1):8. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/ijgi10010008>
10. Karduni, A., Kermanshah, A. & Derrible, S. A protocol to convert spatial polyline data to network formats and applications to world urban road networks. *Sci Data* 3, 160046 (2016). Retrieved from <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.46>
11. Zhang Y, Liu J, Qian X, Qiu A, Zhang F. An Automatic Road Network Construction Method Using Massive GPS Trajectory Data. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 2017; 6(12):400. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/ijgi6120400>
12. Y. Gao, J. Zhao, B. Zheng and G. Chen, "Efficient Collective Spatial Keyword Query Processing on Road Networks," in *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 17, no. 2, pp. 469-480, Feb. 2016, doi: 10.1109/TITS.2015.2477837.
13. J. Carneiro, R. J. F. Rossetti, D. C. Silva and E. C. Oliveira, "BIM, GIS, IoT, and AR/VR Integration for Smart Maintenance and Management of Road Networks: a Review," *2018 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2)*, 2018, pp. 1-7, doi: 10.1109/ISC2.2018.8656978