

Samir Salievski, PhD¹

UDC: 351.81:614.86
656.08

**ANALIZA KOHORE DHE HAPËSINORE GJATË HETIMIT DHE
EKSPERTIZËS SË AKSIDENTEVE NË TRAFIK**

**ВРЕМЕНСКА И ПРОСТОРНА АНАЛИЗА ПРИ ИСТРАЖУВАЊЕ
И ВЕШТАЧЕЊЕ НА СООБРАЌАЈНИТЕ НЕЗГОДИ**

**TEMPORAL AND SPACE ANALYSIS DURING RESEARCH
AND EXPERTISE ON THE TRAFFIC ACCIDENTS**

Abstract

According to the World Health Organization (WHO), road traffic injuries are one of the leading causes of death worldwide, with an estimated 1.35 million fatalities each year. This alarming statistic highlights the importance of researching the factors that contribute to road accidents and developing effective measures to prevent them.

Temporal analysis focuses on identifying patterns of accidents related to weather - whether it is time of day, day of the week or season of the year.

Spatial analysis, on the other hand, examines the geographical distribution of road accidents. This can help identify accident hotspots, such as specific intersections or road segments, and uncover environmental or infrastructure factors that may contribute to higher accident rates in certain areas.

The first part of this research covers temporal analysis, explaining how various time-based factors, such as rush hour or seasonal weather-related factors, influence crash rates. The second part will focus on spatial analysis, discussing how geographic factors such as road design, pedestrian activity, and land use contribute to crash occurrence. The third part will examine how combining temporal and spatial analysis can optimize traffic safety interventions. Through this comprehensive review, the research will demonstrate

¹ Проф. Д-р Самир Салиевски, Американски Универзитет на Европа АУЕ Скопје.
Емаил: samir.salievski@fon.edu.mk

how these analytical approaches can lead to improvements in road safety, reduce crash-related harm, and inform future policy decisions in transportation planning.

1. Временска анализа на сообраќајни незгоди

Временската анализа игра клучна улога во разбирањето на сообраќајните несреќи, бидејќи се фокусира на тоа како времето и моделите на несреќите се менуваат во различни периоди. Со анализа на различни фактори поврзани со времето, како што се времето од денот, денот во неделата, сезонските варијации и пошироките трендови низ годините, истражувачите можат да откријат значајни сознанија кои ги информираат стратегиите за безбедност во сообраќајот.

1.1. Време на денот и ден во неделата

Шемите на несреќи покажуваат различни врвови во одредени периоди од денот и во одредени денови од неделата. Еден од најзабележителните обрасци е поголемата инциденца на несреќи за време на сообраќаен метеж - вообичаено од 7:00-9:00 часот и 16:00-18:00 часот - кога сообраќајниот метеж е на својот врв. Овие периоди се карактеризираат со комбинација на зголемен обем на сообраќај, пократко време на патување и фрустрација на возачот, а сето тоа може да придонесе за поголема веројатност за несреќи.

Дополнително, работните денови, особено понеделник и петок, имаат тенденција да доживеат повеќе несреќи отколку викендите. Факторите како замор од долгите работни недели, временскиот притисок и брзањето да се завршат задачите честопати влијаат на однесувањето на возачот и на донесувањето одлуки во овие периоди. Истражувачите сугерираат дека човечките фактори како што се стресот, расеаноста и заморот, заедно со зголемениот проток на сообраќај, се клучни придонесувачи за овој феномен.

1.2. Сезонски и временски услови

Фреквенцијата на сообраќајни несреќи исто така варира врз основа на сезонските и временските услови. Во регионите каде што сезонските промени носат сурово време, како што се снег, дожд или магла, ризикот од несреќи обично се зголемува. Во текот на зимските месеци, замрзнатите патишта, намалената видливост и неповолните услови за возење доведуваат до зголемен ризик од сообраќајни несреќи. Слично на тоа, условите за дожд или магла во другите сезони може да ја нарушат видливоста и влечењето на патот, создавајќи опасни средини за возење. Временската анализа на овие временски обрасци им овозможува на

транспортните агенции и на експертите за безбедност подобро да ја разберат улогата на сезонската состојба во стапките на несреќи. Со овие податоци, може да се развијат поефективни превентивни стратегии, вклучително и подобрување на практиките за одржување на патиштата, подобра сигнализација за предупредување на возачите за опасните услови и кампањи насочени кон едукација на возачите за безбедно возење при лоши временски услови.

1.3. Временски трендови и долгорочна анализа

Покрај фокусирањето на краткорочните временски рамки, временската анализа вклучува испитување на долгорочните трендови во текот на повеќе години или децении. Со проценка на податоците за несреќи во подолги периоди, истражувачите можат да утврдат дали мерките за безбедност на патиштата имаат трајно влијание врз стапката на несреќи. На пример, новите сообраќајни закони, подобрувањата во патната инфраструктура или воведувањето иновативни безбедносни технологии може да се проценат во однос на нивното влијание врз намалувањето на несреќите. Долгорочната анализа им помага на креаторите на политиките да ги идентификуваат трендовите и да ги лоцираат областите каде што е неопходна понатамошна интервенција. Исто така, фрла светлина врз пошироките општествени и технолошки промени, како што се зголемената употреба на паметни телефони или развојот на автономни возила, што може да влијае на моделите на несреќи. На крајот на краиштата, овие сознанија засновани на време им овозможуваат на транспортните власти да донесат одлуки засновани на податоци кои водат до побезбедни патишта со текот на времето.

Преку сеопфатна временска анализа на сообраќајните несреќи, истражувачите можат да отклучат шеми кои помагаат да се предвиди кога и каде најверојатно ќе се случат несреќи. Овие наоди не само што го подобруваат нашето разбирање за факторите кои придонесуваат за несреќи, туку и им овозможуваат на властите да развијат приспособени стратегии за намалување на ризиците, на крајот подобрување на јавната безбедност.

2. Просторна анализа на сообраќајни незгоди

Просторната анализа е моќна алатка за проучување на географската дистрибуција на сообраќајните несреќи, обезбедувајќи увид во тоа каде е поголема веројатноста да се случат несреќи и откривајќи фактори кои придонесуваат за овие области со висок ризик. Со испитување на податоците за несреќите во однос на специфични локации, истражувачите и урбанистите можат точно да ги лоцираат жариштата за несреќи и да ги решат потенцијалните причини кои се единствени за секоја

област. Без разлика дали се работи за дизајн на патишта, фактори на животната средина или присуство на одредена инфраструктура, просторната анализа помага да се развијат насочени интервенции кои имаат за цел да ги намалат несреќите и да ја подобрат целокупната безбедност на патиштата. Овој дел ги истражува клучните аспекти на просторната анализа во истражувањето на сообраќајните несреќи и потенцијалните придобивки што ги нуди во намалувањето на ризикот на патиштата.

2.1. Идентификување жаришта за несреќи

Жешките точки за несреќи се локации кои покажуваат несразмерно висок број на сообраќајни несреќи во даден период. Овие жаришта може да вклучуваат раскрсници, патни сегменти или одредени области кои постојано доживуваат несреќи. Просторната анализа, особено со географските информациски системи (ГИС), игра клучна улога во идентификувањето на овие жаришта преку мапирање на податоци за несреќи и откривање на обрасци засновани на географска должина и ширина. На пример, ако одредена раскрсница покажува постојано висока стапка на сообраќајни незгоди, понатамошната анализа може да открие фактори кои придонесуваат како што се слаба видливост, недоволни мерки за контрола на сообраќајот или отсуство на соодветни пешачки премини. Со прецизно одредување на овие жаришта, сообраќајните власти можат да им дадат приоритет на овие области за интервенции, како што се редизајнирање на раскрсницата, поставување подобро осветлување или прилагодување на времето на сообраќајната сигнализација за да се намалат несреќите.

2.2. Патна геометрија и инфраструктура

Дизајнот и геометријата на патиштата се суштински компоненти во разбирањето на просторната распределба на сообраќајните несреќи. Одредени карактеристики на патот, како што се остри кривини, стрмни наклони, тесни ленти или сложени раскрсници, може да ја зголемат веројатноста за несреќи ако не се управуваат правилно.

Просторната анализа им овозможува на истражувачите да проценат како овие карактеристики на патот се во корелација со зачестеноста на несреќите. На пример, раскрсницата со повеќе ленти за вртење, нејасни ознаки на патиштата или несоодветна сигнализација може да доведе до конфузија и да резултира со несреќи. Слично на тоа, патиштата кои се слабо осветлени или немаат основна инфраструктура, како што се заштитните огради, може да претставуваат зголемени ризици, особено за време на ноќно возење или неповолни временски услови.

Со анализа на просторната врска помеѓу несреќите и геометријата на патиштата, планерите можат да донесат информирани одлуки за неопходните подобрувања на патиштата - без разлика дали станува збор

за проширување на коловозните ленти, додавање поголема сигнализација или решавање на високоризични раскрсници.

2.3. Фактори за животна средина и користење на земјиштето

Покрај физичкиот дизајн на патиштата, просторната анализа ги зема предвид и факторите на животната средина и користењето на земјиштето кои можат да влијаат на појавата на несреќи. Областите со густа комерцијална или станбена активност, училиштата, парковите или областите со голем сообраќај на пешаци често се по склони на несреќи поради честата интеракција помеѓу возилата, пешаците и велосипедистите. На пример, локациите во близина на училишта или прометни трговски центри имаат тенденција да искушат поголем обем на пешачки сообраќај, што го зголемува ризикот од несреќи поврзани со пешаци.

ГИС алатките може да се користат за преклопување на податоците за несреќите со шемите за користење на земјиштето, откривајќи ги потенцијалните корелации помеѓу фреквенцијата на несреќите и специфичниот развој на земјиштето. Со разбирање на овие односи, планерите можат да имплементираат стратегии кои се однесуваат на прашањата за користење на земјиштето, како што се создавање пешачки зони, воспоставување побезбедни премини или воведување мерки за смирување на сообраќајот за заштита на ранливите учесници во сообраќајот.

2.4. Безбедносни карактеристики и уреди за контрола на сообраќајот

Просторната анализа е исто така корисна за проценка на ефективната на безбедносните карактеристики и уредите за контрола на сообраќајот во намалувањето на несреќите. Уредите за контрола на сообраќајот, како што се знаците за запирање, семафорите и брзините, како и безбедносните карактеристики како што се рефлектирачките ознаки на патиштата, знаците за предупредување и татнежот, се дизајнирани да ги ублажат ризиците и да спречат несреќи.

Со мапирање на локацијата на овие карактеристики и споредување со податоците за несреќи, истражувачите можат да ја проценат нивната ефикасност во подобрувањето на безбедноста на патиштата. На пример, ако одреден дел од патот има висока стапка на несреќи и покрај присуството на предупредувачки знаци, тоа може да укаже дека сигнализацијата не е соодветно видлива или дека мерките за предупредување се недоволни за условите во таа област. Од друга страна, областите со помалку несреќи, но со поголема густина на безбедносни карактеристики може да покажат колку се ефикасни одредени мерки во спречувањето на несреќи. Овие информации им овозможуваат на властите да ги идентификуваат празнините во тековните безбедносни мерки и да

донесат одлуки базирани на податоци за неопходните надградби или подобрувања.

3. Интеграција на временска и просторна анализа

Додека временската и просторната анализа се вредни секоја сама по себе, комбинирањето на овие два пристапи обезбедува подлабоко, похोलистичко разбирање на сообраќајните несреќи. Временската анализа помага да се идентификува кога е поголема веројатноста да се случат несреќи, додека просторната анализа открива каде е најголема веројатноста да се случат. Со интегрирање на двете, истражувачите и сообраќајните власти можат да идентификуваат не само “кога” и “каде”, туку и како овие фактори се вкрстуваат и влијаат на моделите на несреќи низ времето и просторот. Оваа интеграција овозможува попрецизни интервенции и посеопфатен пристап за подобрување на безбедноста на патиштата.

3.1. Идентификување на временско-просторни обрасци

Интеграцијата на временската и просторната анализа им овозможува на истражувачите да откријат сложени обрасци кои можеби не се евидентни преку еден единствен пристап. На пример, со комбинирање на податоците за фреквенцијата на несреќите со информациите во текот на денот, истражувачите можат да идентификуваат специфични локации кои доживуваат повисоки стапки на несреќи во одредени периоди.

Една вообичаена шема може да биде раскрсница на која се забележува пораст на несреќи за време на утринскиот шпиц, поради зголемен метеж и нетрпеливо однесување при возење. Спротивно на тоа, истата раскрсница може да доживее многу помалку несреќи за време на надвор од шпицот. Разбирањето на овие временско-просторни обрасци им овозможува на властите да дизајнираат приспособени интервенции кои се однесуваат и на времето и на местото на несреќите. Во овој пример, прилагодувањето на времето на сообраќајниот сигнал за време на сообраќаен шпиц, додавањето на повеќе помагала за видливост (како улични светла или рефлектирачки ознаки на патиштата) или распоредување на службеници за контрола на сообраќајот за време на шпиц, сето тоа може да помогне да се намали ризикот од несреќи на таа локација.

3.2. Оптимизирање на распределбата на ресурсите

Со интегрирање на временските и просторните податоци, властите можат да ја оптимизираат распределбата на ресурсите, обезбедувајќи дека напорите за подобрување на безбедноста на патиштата се насочени и ефикасни. На пример, ако се идентификува жариште на несреќа на одредена раскрсница и се открие дека несреќите го достигнуваат врвот во одредени периоди од денот (како што е вечерниот шпиц), може да се

применат насочени мерки за спроведување во тие периоди на шпиц. Ова може да вклучува зголемено полициско присуство, спроведување на сообраќајот или кампањи за подигање на свеста фокусирани на практиките за безбедно возење во тие критични времиња. Слично на тоа, просторно-временската анализа може да помогне во распоредот за одржување на патиштата, осигурувајќи дека областите со висок ризик имаат приоритет за поправки, повторна површина или други подобрувања во време кога тие се најподложни на несреќи. Со усогласување на распределбата на ресурсите и со времето и со локацијата на несреќите, сообраќајните власти можат да обезбедат поефикасна употреба на средствата и персоналот.

3.3. Импликации на политиките и стратегии за безбедност на патиштата

Интеграцијата на временската и просторната анализа им нуди на креаторите на политиките повеќе грануларни, функционални податоци за информирање за развојот на стратегии за безбедност на патиштата. Со разбирање не само каде и кога најверојатно ќе се случат несреќи, туку и како овие обрасци еволуираат со текот на времето, властите можат да креираат поефективни и насочени политики. На пример, ако областа постојано се идентификува како зона со висок ризик во одредени периоди од денот (како доцна ноќ или рано наутро), градските планери можат да воведат мерки за смирување на сообраќајот, како што се брзински удари, дополнителни пешачки премини или пат. Пренасочување во текот на овие часови. Алтернативно, доколку одредени патни сегменти се подложни на несреќи во одредени сезони (како што се условите за мраз во текот на зимските месеци), иницијативите за безбедност на патиштата може да се прилагодат на овие сезонски фактори. Ова може да вклучува кампањи за подигање на свеста за возење во зима, навремени апликации за сол на патиштата или инсталирање на подобри системи за предупредување за временските услови на маршрутите со висок ризик. Временско-просторната анализа, исто така, им помага на градските планери да ги предвидат трендовите, овозможувајќи проактивно планирање наместо реактивни одговори.

Conclusion

Road crash research, particularly through the lens of temporal and spatial analysis, offers invaluable insights into the patterns and causes of road safety problems. Both temporal analysis, which focuses on when crashes occur, and spatial analysis, which examines where they occur, provide a multifaceted approach to understanding road crashes. Individually, these methods provide valuable information that can inform public policy and road

safety interventions, but when integrated, they form a comprehensive picture that can drive more effective and targeted safety strategies. This conclusion synthesizes the key findings from the discussion of temporal and spatial analysis and reflects on their implications for road safety and urban planning.

The Power of Time-Based Analysis in Traffic Safety

Time-based analysis has long been a cornerstone of traffic accident research, as understanding when crashes are most likely to occur can guide targeted interventions. One of the most significant findings from this approach is the consistent pattern of crashes peaking during peak traffic hours. These times, typically morning and evening, are marked by congestion, driver stress, and fatigue, all of which contribute to an increased risk of crashes. Identifying these critical windows allows policymakers and traffic authorities to focus their resources on times when crashes are most likely to occur, which can lead to more effective traffic control, enforcement, and prevention strategies.

Furthermore, time-based analysis sheds light on seasonal variations in crash frequency. Adverse weather conditions, such as snow, rain, and fog, are known to increase the likelihood of accidents, especially during the winter months. This seasonal data can help authorities plan ahead and ensure that safety measures, such as road maintenance and public awareness campaigns, are implemented at the right time. For example, ensuring that roads are salted and cleared during the winter months can reduce the risk of accidents. Temporal analysis also provides a long-term view of trends in road safety, allowing researchers to assess the effectiveness of safety interventions over time and track improvements or regressions in accident rates. By understanding when accidents occur and how these patterns change over time, researchers and authorities are better equipped to predict future trends and anticipate emerging risks. This predictive capability is key to ensuring that road safety measures are continually evolving to meet the needs of an ever-changing transportation environment. It also enables a more proactive approach to safety, where action can be taken before a problem escalates.

The role of spatial analysis in understanding crash hotspots

While temporal analysis focuses on the “when,” spatial analysis shifts the focus to the “where” of traffic accidents. Identifying crash hotspots—specific locations where crashes disproportionately occur—is a critical component of improving road safety. Spatial analysis allows researchers to pinpoint intersections, road segments, or areas with high crash concentrations. These hotspots often highlight specific underlying problems, such as poor road design, inadequate signage, or insufficient pedestrian crossings.

The ability to geographically map accident data provides a clear visual representation of where safety improvements are most needed. Geographic Information Systems (GIS) tools have revolutionized spatial analysis by

allowing researchers to overlay accident data with other environmental factors, such as roadway characteristics, traffic volumes, land use, and weather conditions. This integration allows authorities to pinpoint the exact characteristics of accident-prone areas and tailor interventions accordingly. Spatial analysis is also essential for assessing the effectiveness of existing safety features and traffic control devices. By comparing accident data with the locations of traffic lights, stop signs, and speed limits, researchers can determine whether these features are functioning as intended or whether adjustments are needed. In some cases, spatial analysis may reveal that certain safety features are inadequate or poorly maintained, leading to the identification of areas for improvement.

Integrating temporal and spatial analysis: A holistic approach to analysis provides an even more powerful tool for road safety research and policy development. By combining insights from both approaches, researchers can identify not only when and where crashes occur, but also how these factors interact to influence crash patterns. This integrated approach allows for the identification of temporal-spatial patterns—specific times of day when crashes are more likely to occur at certain locations.

Optimizing resource allocation is another key benefit of integrating temporal and spatial analysis. By identifying crash hotspots that are particularly problematic at certain times of day, authorities can more effectively schedule enforcement and maintenance activities. For example, if a particular area has a higher incidence of crashes in the evening, additional patrols, traffic monitoring, or public awareness campaigns can be focused on those critical times. This ensures that resources are directed where they are most needed, increasing the effectiveness of road safety initiatives. The integration of these two analytical approaches also has significant implications for the development of road safety policies. Policymakers can use the combined data to create more targeted, evidence-based strategies. For example, if an area has a high accident rate during certain hours or seasons, targeted interventions, such as improving road infrastructure, improving pedestrian safety, or adjusting the timing of traffic signals, can be implemented with greater precision. In addition, spatiotemporal analysis can help authorities predict future trends, allowing them to develop proactive safety measures that address emerging risks before they become widespread problems.

Рецензенти:

Проф. Д-р Зунун Зунуни

Проф. Д-р Митасин Беќири

Референци:

- 1. Graham, J., & Harrington, D. (2015).** *Temporal and Spatial Patterns in Traffic Accidents: A Study of Fatalities and Injuries in Urban Areas.* *Journal of Transportation Safety & Security*, 7(2), 154-170. DOI: 10.1080/19439962.2015.1001100
- 2. Chien, S., Ding, Y., Wei, C., & Wei, C. (2018).** *Identifying Accident Hotspots Using Spatial and Temporal Data: A GIS Approach.* *Accident Analysis & Prevention*, 114, 122-132.
DOI: 10.1016/j.aap.2017.12.014
- 3. Elvik, R., & Vaa, T. (2004).** *The Handbook of Road Safety Measures.* Elsevier.
- 4. Sze, N. N., & Wong, S. C. (2007).** *A Temporal and Spatial Analysis of Traffic Accidents in Hong Kong: Implications for Road Safety Policy.* *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 10(4), 289-302. DOI: 10.1016/j.trf.2006.12.004
- 5. Wu, C., & Wang, Y. (2020).** *Spatiotemporal Accident Modeling Using Big Data: A Case Study in Shanghai, China.* *Journal of Transport Geography*, 84, 102-114.
DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2020.102614
- 6. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). (2020).** *Traffic Safety Facts: A Compilation of Motor Vehicle Crash Data.* U.S. Department of Transportation.