

Joanna Koziol^{a)*}

^{a)} *The Main School of Fire Service / Szkoła Główna Służby Pożarniczej*

* *Corresponding author / Autor korespondencyjny: jkoziol@sgsp.edu.pl*

Mapping the Distribution of Fires and Local Hazards on the Example of the Masovian Voivodeship

Mapowanie rozkładu pożarów i miejscowych zagrożeń na przykładzie województwa mazowieckiego

ABSTRACT

Purpose: The purpose of the article was to prepare maps of the territorial distribution of fire and local hazards, taking into account the effects assigned to them, depending on the size of these events in the Masovian Voivodeship. In addition, the goal was to make proposals for using these maps to compare all examined areas in terms of event distribution levels, as well as types and sizes of incidents, with a special purpose of supporting the process of organising the national firefighting and rescue system.

Project and methods: The Geographic Information System (GIS) was used for event distribution mapping. The input data were statistical data from the list of events made available by the National Headquarters of the State Fire Service for operations carried out in 2018, and a layer of spatial data representing the surfaces of poviats of the Masovian Voivodeship from the National Register of Boundaries. The adopted method of event distribution analysis is based on the number of events with the effects attributed to them. Based on the maximum number of events of a given size, the authors determined the class for that number of events. A similar procedure was used to determine the class of effects, but here, too, it was dependent on the size of events. Distribution levels were established on a four-point scale, including event number and effect parameters. The distribution is visualised on the maps based on the adopted four-level scale of distribution levels and presented in the event matrix. The colours corresponding to a given level of event distribution have been assigned to poviats territories.

Results: As a result of the event distribution analysis, event distribution maps were obtained. These show for what sizes of fires and local hazards the distribution reaches such levels as low, medium, high and very high. The distribution of events from the perspective of a single poviats was presented using an event matrix, which, in turn, made it possible to compare all examined events, as well as fires and local hazards.

Conclusions: The proposed method of using statistical data and their integration with spatial data in the GIS in an accessible way allows users to carry out distribution analysis and adjust event distribution levels to poviats areas. The presented method was recommended for use in education in the field of fire protection, as implemented during studies at The Main School of Fire Service, as a supplement to methods for analysing and visualising hazards.

Keywords: fire, National Firefighting and Rescue System, local hazard, hazard distribution

Type of article: original scientific article

Received: 15.11.2019; Reviewed: 29.11.2019; Accepted: 17.12.2019;

Author's ORCID ID: 0000-0002-5247-916X;

Please cite as: SFT Vol. 54 Issue 2, 2019, pp. 22–31, <https://doi.org/10.12845/sft.54.2.2019.2>;

This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

ABSTRAKT

Cel: Celem artykułu było przygotowanie map rozkładu terytorialnego pożarów i miejscowych zagrożeń na obszarze województwa mazowieckiego. Poszczególnym zdarzeniom – w zależności od ich wielkości – przypisano określone skutki. Dodatkowym celem było przedstawienie propozycji wykorzystania wspomnianych map do porównywania rozkładów zdarzeń pomiędzy wszystkimi rozpatrywanymi obszarami, jak również pod względem rodzaju i wielkości zdarzenia na obszarze jednostkowym – w szczególności w celu wsparcia procesu organizacji Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego.

Projekt i metody: Do mapowania ryzyka wykorzystano System Informacji Przestrzennej (SIP). Danymi wejściowymi były dane statystyczne z zestawienia zdarzeń udostępnionego przez Komendę Główną Państwowej Straży Pożarnej dla działań prowadzonych w 2018 roku oraz warstwa danych przestrzennych reprezentująca powierzchnie powiatów województwa mazowieckiego, pochodząca z Państwowego Rejestru Granic. Przyjęta metoda analizy rozkładu zdarzeń bazuje na liczbie tych zdarzeń w danym roku z przypisanymi im skutkami. Na podstawie maksymalnej liczby zdarzeń określonej wielkości ustalono klasę liczby zdarzeń. Analogicznie nadano klasę skutków, jednak uzależniono ją od wielkości zdarzeń. Poziomy rozkład ustalono w czterostopniowej skali z uwzględnieniem parametrów dotyczących liczby i skutków zdarzeń. Rozkład zwizualizowano na mapach w oparciu o przyjętą skalę poziomów rozkładu, które przedstawiono z kolei w macyzy zdarzeń. Obszarom przypisano kolory odpowiadające danemu poziomowi.

Wyniki: W efekcie analizy rozkładu zdarzeń otrzymano mapy odpowiadające rozkładowi zdarzeń w powiatach województwa mazowieckiego. Wskazano dla jakiej wielkości pożarów i miejscowych zagrożeń rozkład osiąga poziomy: niski, średni, wysoki i bardzo wysoki. Rozkład zdarzeń z perspektywy jednego powiatu przedstawiono za pomocą matrycy zdarzeń, co wprost przełożyło się na możliwość porównania względem siebie wszystkich rozpatrywanych pożarów i miejscowych zagrożeń.

Wnioski: Zaproponowany sposób wykorzystania danych statystycznych i ich integracja z danymi przestrzennymi w SIP w sposób przystępny umożliwiła przeprowadzenie analizy rozkładu zdarzeń i dopasowania poziomów rozkładu do obszarów powiatów. Prezentowana metoda została zarekomendowana do wykorzystania podczas kształcenia w zakresie ochrony przeciwpożarowej, realizowanego podczas studiów w Szkole Głównej Służby Pożarniczej, jako uzupełnienie metod służących do analizy i wizualizacji zagrożeń.

Słowa kluczowe: pożar, Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy, miejscowe zagrożenie, rozkład zagrożeń

Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy

Przyjęty: 15.11.2019; **Zrecenzowany:** 29.11.2019; **Zatwierdzony:** 17.12.2019;

Identyfikator ORCID autora: 0000-0002-5247-916X;

Proszę cytować: SFT Vol. 54 Issue 2, 2019, pp. 22–31, <https://doi.org/10.12845/sft.53.2.2019.2>;

This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

Introduction

Protecting human life and health, and also property and the environment, is the top priority in rescue operations carried out by the State Fire Service¹ units in response to a fire (P) or a local hazard (MZ) [1].

Fires, understood as “uncontrolled burning in a place not designed specifically for this purpose” [3, p. 33], and local hazards, such as strong winds, rise in water levels, heavy snowfall, rainfall, or chemical, environmental, radiological, construction, medical, or public utilities hazards, or road, rail, air or water transport risks [3, pp. 35–37], are all recorded by KSRG organisations [2] in line with the applicable *Rules for Recording Events in the State Fire Service’s Decision-Support System* [3].

The organisation of rescue operations relies on rescue plans prepared on the basis of the analysis of operational resources and any risks that are possible within the poviats and voivodeship, and updated at least once a year [2]. What is important in the context of the necessity to conduct such analyses are the recorded data on the number, size, effects, and location of events. The information provided by such data can directly translate into the level of public safety within a given area.

Rescue operations, as one of the pillars of the country’s fire protection, are supported by actions to prevent and counter risks, as well as by public education and prevention programmes [4, p. 114]. This is why the analysis of events within a given area, which takes into account their number and consequences, can affect not only the organisation of future rescue operations, but also the measures taken to prevent such risks or to raise the public awareness of those risks. And with the spatial data, the information on events can support decision-making related to the introduction of remedial measures across specific areas, such as poviats. Last but not least, it is important to note that the description of events in terms of their spatial distribution helps compare areas and assess the risks within poviats.

Wprowadzenie

Ochrona życia, zdrowia, mienia lub środowiska jest priorytetem w działaniach ratowniczych podejmowanych przez jednostki organizacyjne Państwowej Straży Pożarnej¹ na wypadek wystąpienia pożaru (P) lub miejscowego zagrożenia (MZ) [1].

Pożary rozumiane jako zjawiska „niekontrolowanego procesu spalania, w miejscu do tego nieprzeznaczonym” [3, s. 33] oraz miejscowe zagrożenia (np. silne wiatry, przybory wód, opady śniegu, deszczu, zagrożenia chemiczne, ekologiczne, radiologiczne, budowlane, medyczne, infrastruktury komunalnej, w transporcie drogowym, kolejowym, lotniczym i na obszarach wodnych [3, s. 35–37]) ewidencjonowane są przez podmioty KSRG [2] zgodnie z obowiązującymi *Zasadami ewidencjonowania zdarzeń w systemie wspomaganie decyzji Państwowej Straży Pożarnej* [3].

Organizacja działań ratowniczych wspomaganą jest planem ratowniczym przygotowywanym na podstawie analiz zabezpieczenia operacyjnego oraz zagrożeń mogących wystąpić na obszarze powiatu i województwa, aktualizowanym co najmniej raz w roku [2]. Z punktu widzenia konieczności przeprowadzania wspomnianych analiz istotne znaczenie przypisuje się ewidencjonowanym danym o liczbie zdarzeń, ich wielkości, skutkach, czy też lokalizacji. Pozyskana z nich informacja przekłada się pośrednio na kształtowanie poziomu bezpieczeństwa powszechnego na danym obszarze.

Działania ratownicze jako jeden z filarów ochrony przeciwpożarowej państwa są powiązane z działaniami mającymi na celu prewencję i zapobieganie zagrożeniom oraz profilaktyką społeczną i edukacją [4, s. 114]. Dlatego też analiza zdarzeń występujących na danym obszarze, uwzględniająca ich liczbę oraz ocenę skutków, może wpłynąć nie tylko na kwestie związane z organizacją działań ratowniczych w przyszłości, ale również na czynności mające na celu zapobieganie zagrożeniom, czy też edukację społeczeństwa w zakresie podnoszenia świadomości o zagrożeniach. Przestrzenny atrybut przypisany do pozyskanych informacji o zdarzeniach może dodatkowo wspomóc podjęcie decyzji dotyczących wprowadzania środków zaradczych na danym obszarze (np. w powiecie). Należy też wspomnieć, że przestrzenne przedstawienie rozkładu zdarzeń umożliwia porównanie obszarów między sobą, również w perspektywie oceny zagrożeń na terenie powiatu.

¹ National Rescue and Firefighting System (KSRG) organisations.

¹ Podmioty Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego (KSRG).

Mapping the distribution of fires and local hazards

Local hazard and fire distribution mapping relies on the spatial information system (SIP) to integrate recorded data with spatial data for the administrative units of the Mazowieckie Voivodeship and its poviats.

In holistic terms, SIP is a technology that can use analytical functions to translate data into the information you want [5, p. 2]. But above all, it is a system that includes some inter-connected elements, such as information products, data, people, software, hardware and procedures [5, pp. 5–6].

What is characteristic of spatial data is that, in addition to the geo-spatial parameter attributed to each data object, they also store other values, recorded as 'attributes' [5, p. 1].

For the purposes of this study, the data layer for Mazowieckie Voivodeship poviats was exported from the data available with the National Register of Boundaries and related to administrative units [6]. This was possible with the tools available through the SIP software we used, i.e. QGIS 3.4 [7]. That program is a free and open-source system, meaning it can be used for any purpose, and it can be altered, and its copies and new versions can be distributed. It can be used to create, edit, present, analyse and publish spatial data [8], [9, pp. 9–10].

To map event distribution, we used such tools as:

- “select by expression” – to select objects/poviats in the Mazowieckie Voivodeship,
- “export” – to save the selected objects to a new data layer,
- “join table” – to join a spreadsheet with a table on fires and local hazards, and the poviat data layer,
- “statistical summary” to test the maximum value of the attribute regarding the number of events of a given size,
- “field calculator” – to set classes for event numbers and effects, and for defining event distribution levels,
- style change using “symbolology scale” – to present the results of event distribution analysis by specific levels.

Events to be analysed were selected on the basis of the events recorded in the SFS Decision-Support Service (SWD PSP) for a specific timeframe and by poviat [10]. This group included:

- fires (by size, very small – PM, medium – PS, large – PD, very large – PBD),
- local hazards (small – MZM, local – MZL, medium – MZS, serious – MZD, enormous or a disaster – MZK).

Prior to mapping, we first pre-processed the input data (Figure 1). The event data from SWD PSP concerning fires and local hazards, in the form of a spreadsheet, were manipulated so that the spreadsheet only described Mazowieckie Voivodeship poviats and the poviat vector layer exported earlier (as an .shp file) [10].

After those data were added to SIP and their integrity were verified, we used the following as the basis for joining the spreadsheet and the poviat layers:

- for the spreadsheet – “Administrative Division” column,
- for the poviat vector layer – “JPT_NAZWA” (JPT_NAME) attribute,

as these included names of administrative units.

Mapowanie rozkładu pożarów i miejscowych zagrożeń

Mapowanie rozkładu pożarów i miejscowych zagrożeń bazuje na wykorzystaniu systemu informacji przestrzennej (SIP) do integracji danych ewidencyjnych zdarzeń z danymi przestrzennymi odpowiadającymi swoim zakresem obszarom jednostek administracyjnych województwa mazowieckiego z podziałem na powiaty.

W holistycznym podejściu SIP jest technologią, która poprzez odpowiednie funkcje analityczne zamienia dane w pożądaną informację [5, s. 2]. Jednak przede wszystkim jest systemem składającym się z wzajemnie ze sobą powiązanych elementów, takich jak: produkty informacyjne, dane, ludzie, oprogramowanie, komputery i procedury [5, s. 5–6].

Dane przestrzenne charakteryzują się tym, iż oprócz parametru geoprzestrzennego przypisanego do danego obiektu, przechowują również inne wartości zapisane pod tzw. atrybutami [5, s. 1].

Do niniejszego badania warstwa powiatów województwa mazowieckiego została odpowiednio wyeksportowana z danych zawartych w zbiorze przestrzennym Państwowego Rejestru Granic dotyczącego jednostek administracyjnych [6]. Było to możliwe dzięki narzędziom oferowanym przez wykorzystywane oprogramowanie SIP, tj. program QGIS 3.4 [7]. Program ten jest wolnym i otwartym systemem (tzn. może być uruchamiany w dowolnym celu, można dokonywać w nim zmian, a jego kopia i zmodyfikowana wersja może być rozpowszechniana). Umożliwia tworzenie, edycję, wizualizację, analizę i publikowanie informacji przestrzennych [8], [9, s. 9–10].

W mapowaniu rozkładu zdarzeń wykorzystano narzędzia takie jak:

- „zaznaczenie przez wyrażenie” – do wyselekcjonowania obiektów/powiatów leżących w województwie mazowieckim,
- „eksportuj” – w celu zapisania wybranych obiektów do nowej warstwy,
- „złączenie tabel” – w celu połączenia arkusza kalkulacyjnego z zestawieniem dot. pożarów i miejscowych zagrożeń z warstwą powiatów,
- „pokaż podsumowanie statystyk” – do sprawdzenia maksymalnej wartości atrybutu dot. liczby zdarzeń danej wielkości,
- „kalkulator pól” – do nadania klas liczby zdarzeń i skutków oraz określenia poziomów rozkładu zdarzeń,
- zmiana stylu wg „symbolu stopniowego” – w celu wizualizacji wyników analizy rozkładu zdarzeń z podziałem na otrzymane poziomy.

Zdarzenia poddane analizie ustalono na podstawie zdarzeń ewidencyjowanych w Systemie Wspomagania Decyzji PSP (SWD PSP) w danym przedziale czasowym w rozbiciu na powiaty [10]. W ocenianej grupie znalazły się:

- pożary (wg wielkości małe – PM, średnie – PS, duże – PD, bardzo duże – PBD),
- miejscowe zagrożenia (małe – MZM, lokalne – MZL, średnie – MZS, duże – MZD, gigantyczne lub klęski żywiołowe – MZK).

Procedura mapowania rozkładów pożarów i miejscowych zagrożeń rozpoczęła się na podstawie odpowiednio przygotowanych danych wejściowych (ryc. 1). Wykorzystano zestawienie zdarzeń z SWD PSP dot. pożarów i miejscowych zagrożeń w formacie arkusza kalkulacyjnego, które zmodyfikowano tak, aby przedstawione były tylko

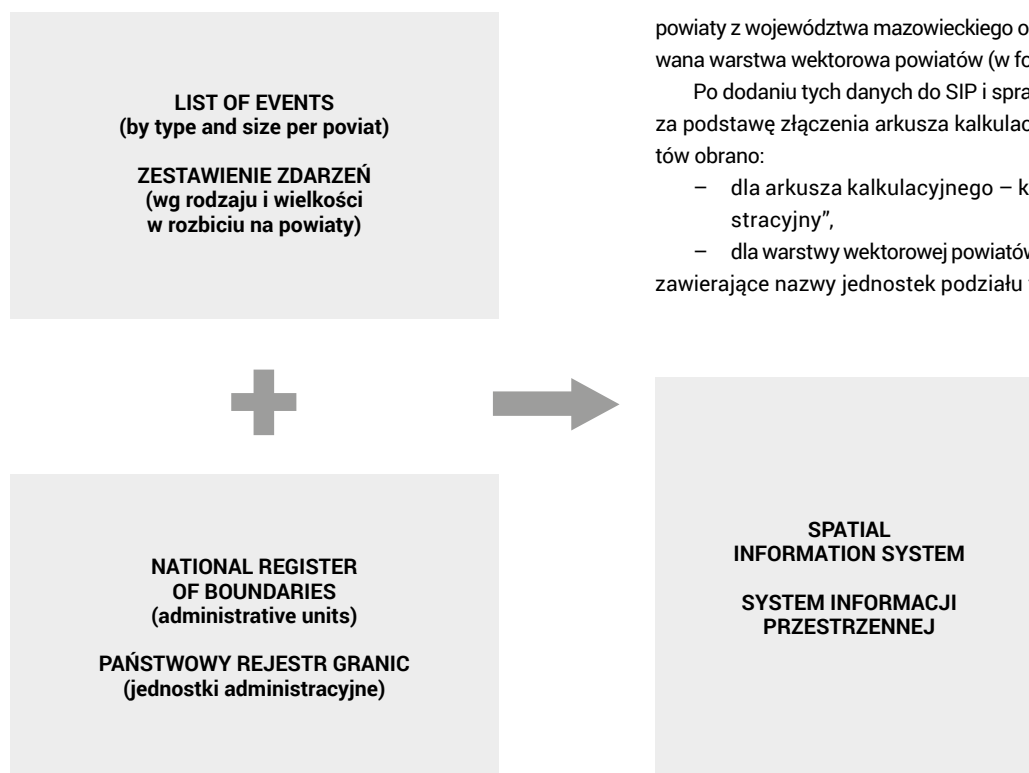


Figure 1. Spatial Information System input data

Rycina 1. Dane wejściowe do Systemu Informacji Przestrzennej

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

Then, based on the event analysis method proposed below, we altered the previously updated poviat data layer by using the “field calculator” tool, which allowed us to process and save data to an attribute table [11]. After event distribution was estimated, the data were colour-coded by specific levels and presented. In addition, event distribution for specific event sizes was presented in a matrix with the data shown in Table 3.

This method relies on the identification of events already during input data processing and data distribution analysis using the tools such as event distribution map and event matrix. Our analysis referred to poviats and cities with poviat rights within the Mazowieckie Voivodeship, i.e. examined unit areas, in relation to the analysed time period of one year (2018).

The analysis of events was based on the use of statistical data on the number of fires and local hazards by their location, and the correlation of this distribution with two variables, i.e., the event number class and the event effect class. We assumed that the number of events referred to those that had already happened, so in our basic formula, we assumed that the distribution of events of a specific size could be expressed as:

$$R = f(C, S) \quad (1)$$

where: R – distribution of events of a specific size, C – class of the number of events of a specific size, S – class of the effects of the events of a specific size.

powiaty z województwa mazowieckiego oraz wcześniej wyeksportowana warstwa wektorowa powiatów (w formacie .shp) [10].

Po dodaniu tych danych do SIP i sprawdzeniu ich poprawności za podstawę złączenia arkusza kalkulacyjnego z warstwą powiatów obrano:

- dla arkusza kalkulacyjnego – kolumnę „podział administracyjny”,
- dla warstwy wektorowej powiatów – atrybut „JPT_NAZWA”, zawierające nazwy jednostek podziału terytorialnego.

Następnie na podstawie zaproponowanej poniżej metody analizy zdarzeń zmodyfikowano zaktualizowaną wcześniej warstwę powiatów poprzez wspomniane już wykorzystanie narzędzia „kalkulator pól”, które umożliwia dokonywania w danej warstwie operacji na danych i zapisanie ich wyniku w tabeli jej atrybutów [11]. Po oszacowaniu rozkładu zdarzeń zostały one zwizualizowane kolorystycznie według przypisanych poziomów. Dodatkowo rozkład danej wielkości zdarzeń przedstawiono w macierzy z uwzględnieniem wartości zamieszczonych w tabeli 3.

Wykorzystywana metoda bazuje na identyfikacji zdarzeń już na etapie przygotowywania danych wejściowych oraz analizie ich rozkładu z wykorzystaniem narzędzia, jakim jest mapa rozkładu i macierza zdarzeń. Do analiz przyjęto obszar powiatów i miast na prawach powiatu województwa mazowieckiego, tzw. rozpatrywanych obszarów jednostkowych, w odniesieniu do rozpatrywanego przedziału czasowego – 1 roku (2018).

Fundament analizy zdarzeń stanowi wykorzystanie danych statystycznych dotyczących liczby pożarów i miejscowych zagrożeń z podziałem na obszar ich wystąpienia oraz uzależnienie ich rozkładu od dwóch zmiennych, tj. klasy liczby zdarzeń i klasy ich skutków. Zakłada się, że przyjęta liczba zdarzeń jest to liczba zdarzeń już zrealizowanych, dlatego też w bazowym wzorze rozkład zdarzeń określonej wielkości można zapisać jako:

$$R = f(C, S) \quad (1)$$

gdzie: R – rozkład zdarzeń danej wielkości, C – klasa liczby zdarzeń danej wielkości, S – klasa skutków zdarzeń określonej wielkości.

In order to quantify the number and the effects of events, and to add parameters to them, the author introduced four classes corresponding to the number, and four classes for the effects.

To determine the event number class attributed to fires or local hazards of specific size within the specific unit area (powiat) and period (single year, e.g. 2018) ($X_{Wn(2018)}$), the reference we used was the number of events from that powiat, where the number of events of specific size (fires and local hazards) within that period was the largest and considered to be maximum, also referred to as the “worst case” ($X_{Wmax(2018)}$).

The event number classes for the examined unit areas are as follows:

- Class 1 was assigned to the number of events $X_{Wn(2018)}$, which in proportion to the maximum number of events of specific size $X_{Wmax(2018)}$ within the examined period, is $<0;0.25$),
- Class 2 was assigned to the number of events $X_{Wn(2018)}$, which in proportion to the maximum number of events of specific size $X_{Wmax(2018)}$ is $<0.25;0.5$),
- Class 3 was assigned to the number of events $X_{Wn(2018)}$, which in proportion to the maximum number of events of specific size $X_{Wmax(2018)}$ is $<0.5;0.75$),
- Class 4 was assigned to the number of events $X_{Wn(2018)}$, which in proportion to the maximum number of events of specific size $X_{Wmax(2018)}$ is $<0.75;1$),

W celu kwantyfikacji wartości liczby i skutków zdarzeń oraz nadania im parametrów wprowadzono cztery klasy odpowiadające ich liczbie i cztery klasy skutków.

Przy precyzowaniu klasy liczby zdarzeń przypisanej do pożarów lub miejscowych zagrożeń o określonej wielkości w rozpatrywanym obszarze jednostkowym (powiecie) i okresie (w jednym roku, np. 2018) ($X_{Wn(2018)}$) za punkt odniesienia przyjęto liczbę zdarzeń z takiego powiatu, gdzie liczba zdarzeń danej wielkości (pożarów i miejscowych zagrożeń) w rozpatrywanym okresie była największa i rozumiana jako wartość maksymalna, nazywana również „najgorszym przypadkiem” ($X_{Wmax(2018)}$).

Klasy liczby zdarzeń dla rozpatrywanych obszarów jednostkowych rozkładają się odpowiednio:

- Klasę 1 przypisano tej liczbie zdarzeń $X_{Wn(2018)}$, która w proporcjonalnym odniesieniu do maksymalnej liczby zdarzeń określonej wielkości $X_{Wmax(2018)}$ w rozpatrywanym okresie mieści się w przedziale $<0;0,25$),
- Klasę 2 przypisano tej liczbie zdarzeń $X_{Wn(2018)}$, która w proporcjonalnym odniesieniu do maksymalnej liczby zdarzeń określonej wielkości $X_{Wmax(2018)}$ mieści się w przedziale $<0,25;0,5$),
- Klasę 3 przypisano tej liczbie zdarzeń $X_{Wn(2018)}$, która w proporcjonalnym odniesieniu do maksymalnej liczby zdarzeń określonej wielkości $X_{Wmax(2018)}$ mieści się w przedziale $<0,5;0,75$),
- Klasę 4 przypisano tej liczbie zdarzeń $X_{Wn(2018)}$, która w proporcjonalnym odniesieniu do maksymalnej liczby zdarzeń określonej wielkości $X_{Wmax(2018)}$ mieści się w przedziale $<0,75;1$).

Table 1. Event number classes with their corresponding ranges

Tabela 1. Klasy liczby zdarzeń z przypisanymi im przedziałami

Event number class Klasa liczby zdarzeń	Range Przedział
1	$0 \leq \frac{X_{Wn(2018)}}{X_{Wmax(2018)}} < 0.25$
2	$0,25 \leq \frac{X_{Wn(2018)}}{X_{Wmax(2018)}} < 0.5$
3	$0,5 \leq \frac{X_{Wn(2018)}}{X_{Wmax(2018)}} < 0.75$
4	$0,75 \leq \frac{X_{Wn(2018)}}{X_{Wmax(2018)}} \leq 1$

Where:

$X_{Wn(2018)}$ – the number of events with specific size within the examined unit area in 2018 (fire or local hazard)

$X_{Wmax(2018)}$ – the number of events (fires or local hazards) of specific size, within a powiat that had the most such events / “worst case”

Gdzie:

$X_{Wn(2018)}$ – liczba zdarzeń o określonej wielkości w rozpatrywanym obszarze jednostkowym w roku 2018 (pożar lub miejscowe zagrożenie)

$X_{Wmax(2018)}$ – liczba zdarzeń (pożarów lub miejscowych zagrożeń) o określonej wielkości, z powiatu, gdzie w rozpatrywanym okresie zdarzeń tych było najwięcej/ „najgorszy przypadek”

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

Effect class was determined directly on the basis of the event sizes attributed to fires and local hazards. This classification is shown in Table 2.

Klasa skutków określona została wprost z przypisanych do pożarów i miejscowych zagrożeń wielkości zdarzeń. Klasyfikację przedstawiono w tabeli 2.

Table 2. Effect classes by hazard size

Tabela 2. Klasy skutków w zależności od wielkości zagrożenia

Hazard Zagrożenie	Size Wielkość	Effect class Klasa skutków
P	PM	1
	PS	2
	PD	3
	PBD	4
MZ	MZM	1
	MZL	1
	MZS	2
	MZD	3
	MZK	4

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

The maximum possible value attributed to event distribution for a given powiat was 16. Event distribution levels were marked on maps as follows:

- green colour – low level, for risk values: 1, 2, 3, 4,
- yellow colour – medium level, for risk values: 6, 8,
- orange colour – high level, for risk values: 9, 12,
- red colour – very high level, for risk value 16.

In addition, we prepared an event matrix (Figure 2) to organise event analysis results and their distribution by number and effects for a chosen powiat.

Maksymalna możliwa wartość przypisana do rozkładu zdarzenia dla danego powiatu wynosi „16”. Poziomy rozkładu zdarzeń na mapach oznaczono następująco:

- kolorem zielonym – poziom niski, dla wartości ryzyka: 1, 2, 3, 4,
- kolorem żółtym – poziom średni, dla wartości ryzyka: 6, 8,
- kolorem pomarańczowym – poziom wysoki, dla wartości ryzyka: 9, 12,
- kolorem czerwonym – poziom bardzo wysoki, dla wartości ryzyka równej 16.

Dodatkowo przygotowana została matryca zdarzeń (ryc. 2) porządkująca wyniki analizy zdarzeń oraz ich rozkładu w zależności od ich liczby i skutków dla wybranego powiatu.

EVENT NUMBER CLASS KLASA LICZBY ZDARZEŃ	4	4	8	12	16
	3	3	6	9	12
	2	2	4	6	8
	1	1	2	3	4
		1	2	3	4
EFFECT CLASS KLASA SKUTKÓW					

Figure 2. Event matrix for a chosen powiat

Rycina 2. Matryca zdarzeń dla wybranego powiatu

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

Distribution of fires and local hazards in the Mazowieckie Voivodeship

Using the above-mentioned procedure, we mapped the Mazowieckie Voivodeship and its 42 poviats (including cities with poviat rights). We presented the distribution of fires and local hazards by size in 2018.

The adopted maximum values ($X_{Wmax(2018)}$), where the number of events of that size in 2018 was the largest, used to assign a class to that number of events as per the proposed method (Table 1), are shown in Table 3.

Table 3. Maximum values used to assign classes to numbers of events

Tabela 3. Wartości maksymalne wykorzystane do nadania klas liczby zdarzeń

Hazard size / Wielkość zagrożenia	PM	PS	PD	PBD	MZM	MZL	MZS	MZD	MZK
$X_{Wmax(2018)}$	4.442	74	4	2	1.910	5.793	244	6	0

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

The produced distribution of events was presented on nine maps. The maps we prepared show the distribution of events in each poviat for:

- 1) small fires,
- 2) medium fires,
- 3) large fires,
- 4) very large fires,
- 5) small local hazards,
- 6) partial local hazards,
- 7) medium local hazards,
- 8) serious local hazards,
- 9) enormous local hazards or disasters.

Example maps of event distribution are shown in Figures 3 and 4. These maps demonstrate that:

- the levels of small fires across all examined poviats are low;
- with medium fires, the level goes up to medium in Warszawski, Wołomiński, and Miński poviats;
- large fires have high levels in 11 poviats, and medium levels in 6; and in Warsaw their level is low; in Wołomiński poviat the level is high, and in Miński poviat it stays constant;
- high levels of very large fires were found in 9 poviats: Mławski, Pułtuski, Wołomiński, Miński, Pruszkowski, Grodziski, Piaseczyński, and Grójecki, and in Radom, while a very high level was recorded in the Żuromiński poviat;
- the level of local hazards classified as small and partial was low across all of the Voivodeship;
- only in Warsaw was the level of medium local hazards medium;
- serious local hazards reached a medium level in the Piaseczyński poviat, and a high level in Warsaw;
- across the whole Voivodeship, the level of enormous local hazard or disaster was low.

Rozkład pożarów i miejscowych zagrożeń w województwie mazowieckim

W oparciu o powyższą procedurę mapowaniu poddano obszar województwa mazowieckiego z uwzględnieniem jego podziału na 42 powiaty (w tym miasta na prawach powiatu). Przedstawiono rozkład pożarów i miejscowych zagrożeń z uwzględnieniem ich wielkości w 2018 roku.

Przyjęte wartości maksymalne ($X_{Wmax(2018)}$), w których liczba zdarzeń danej wielkości w 2018 roku była największa, wykorzystane do nadania klasy liczby zdarzeń zgodnie z zaproponowaną metodą (tab. 1) przedstawiono w tabeli 3.

Otrzymany rozkład zdarzeń przedstawiono na dziewięciu mapach. Przygotowano odpowiednio mapy przedstawiające rozkład zdarzeń w poszczególnych powiatach dla:

- 1) pożarów małych,
- 2) pożarów średnich,
- 3) pożarów dużych,
- 4) pożarów bardzo dużych,
- 5) miejscowych zagrożeń małych,
- 6) miejscowych zagrożeń lokalnych,
- 7) miejscowych zagrożeń średnich,
- 8) miejscowych zagrożeń dużych,
- 9) miejscowych zagrożeń gigantycznych i klęsk żywiołowych.

Przykładowe mapy rozkładu zdarzeń przedstawiono na ryc. 3 i 4.

Z map rozkładu wynika, iż:

- rozkład pożaru małego we wszystkich rozpatrywanych powiatach jest niski;
- dla pożarów średnich rozkład wzrasta do poziomu średniego w powiatach: warszawskim, wołomińskim i mińskim;
- duże pożary w 11 powiatach klasyfikują się na poziomie wysokim, a w 6 na poziomie średnim; natomiast w Warszawie poziom zmniejsza się do niskiego; w powiecie wołomińskim wzrasta do poziomu wysokiego, a w mińskim pozostaje bez zmian;
- poziom wysoki pożaru o wielkości bardzo dużej występuje w 9 powiatach: mławskim, pułtuskim, wołomińskim, mińskim, pruszkowskim, grodziskim, piaseczyńskim, grójeckim oraz w Radomiu, natomiast rozkład na poziomie bardzo wysokim odnotowuje się w powiecie żuromińskim;
- rozkład miejscowych zagrożeń sklasyfikowanych jako małe i lokalne w całym województwie osiąga niski poziom;
- tylko w Warszawie rozkład miejscowego zagrożenia średniego plasuje się jako średni;
- miejscowe zagrożenia o wielkości dużej osiągają wartość na poziomie średnim w powiecie piaseczyńskim, a na wysokim – w Warszawie;
- w całym województwie poziom miejscowego zagrożenia gigantycznego lub klęski żywiołowej jest na poziomie niskim.

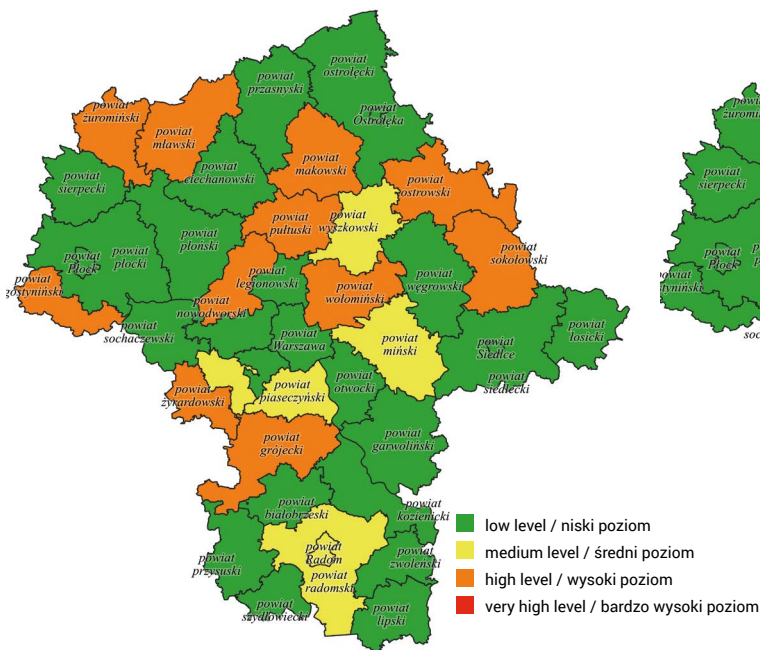


Figure 3. Map of the regional distribution of large fires
Rycina 3. Mapa rozkładu terytorialnego pożarów dużych
Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

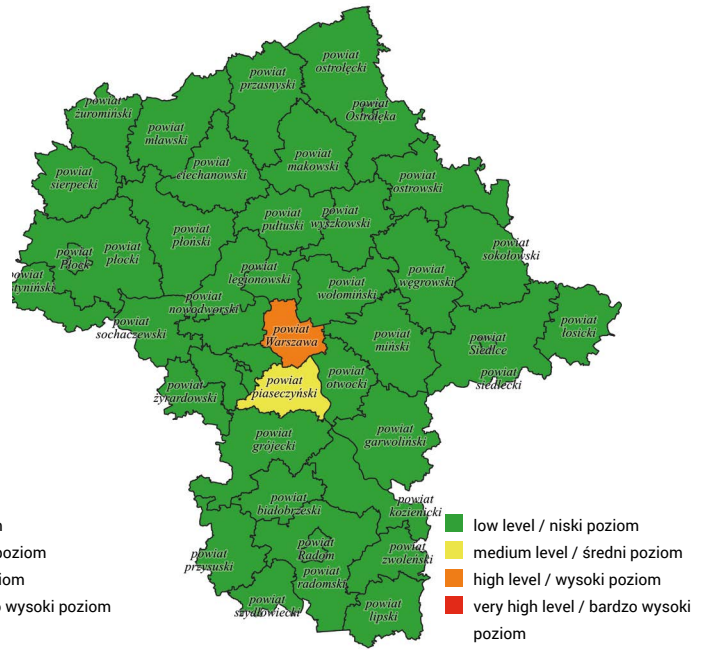


Figure 4. Map of the regional distribution of serious local hazards
Rycina 4. Mapa rozkładu terytorialnego miejscowych zagrożeń dużych
Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

The distribution of events of specific sizes shows that out of the 378 examined cases, low levels were found in 345, medium in 11, high in 21, and very high only in 1.

From the perspective of a powiat, the event number class and the effect class can be matched using appropriate values from the event matrix. For an example of such matching, see Figure 5.

Porównanie rozkładu zdarzeń określonej wielkości pozwala zauważyć, iż na 378 rozpatrywanych przypadków poziom niski osiągnięty został w 345, średni – w 11, wysoki – w 21, a bardzo wysoki – w jednym.

Uwzględniając rozkład zdarzeń z perspektywy jednego powiatu, skorzystać można z dopasowania klasy liczby zdarzeń i klasy skutków do odpowiedniej wartości w macierzy zdarzeń. Przykład jej wykorzystania przedstawiono na rycinie 5.

EVENT NUMBER CLASS KLASA LICZBY ZDARZEN	4	• P _M • MZ _M • MZ _L	• MZ _S	• MZ _D	
	3		• P _S		
	2				
	1			• P _D	• PB _D • MZ _K
		1	2	3	4
EFFECT CLASS / KLASA SKUTKÓW					

Figure 5. Matrix of fires and local hazards in Warsaw
Rycina 5. Matryca pożarów i miejscowych zagrożeń w Warszawie
Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

This matrix shows that events, both fires and local hazards, in Warsaw do not reach higher levels than high. Events of medium sizes have medium levels, and 2/3 of events have low levels.

Z przedstawionej matrycy wynika, iż zdarzenia – zarówno pożary, jak i miejscowe zagrożenia – w Warszawie osiągają maksymalnie poziom wysoki. Zdarzenia o wielkości średniej osiągają poziom średni, a dla 2/3 zdarzeń przypisano poziom niski.

Discussion

The proposed method for mapping the distribution of fires and local hazards can be used to compare the poviats within the examined Voivodeship. The suggested event number and effect classes, which take integer values between 1 and 4, mapped to a 4 x 4 event matrix and multiplied by one another, constitute the basis for determining their distribution levels. The proportion of the number of events within a poviat in relation to a reference value, which is the maximum number of events recorded in a single poviat within the Voivodeship, translates directly into the relationship between the number of events in that poviat and the reference number of events in the poviat with the highest number of events. The reference poviat is understood as the area where the number of events is considered to be the “worst case” for the specific time period. The classes assigned to the effects take into account their nature, directly associated with the description of their size, as included in the *Rules for Recording Events*, and refer to issues related to the damaged area or the number of fire streams used, or specialist equipment or the number of units deployed during rescue operations, and the number of fatalities and/or casualties [3, pp. 33–35].

The levels assigned to event distributions, and their presentation, both on maps and within the matrices, provide a representation of the spatial layout and can serve as distribution maps. They demonstrate the levels of selected event types and sizes across poviats of the examined Voivodeship, as well as the levels of each examined event on a matrix corresponding to the examined unit area, i.e. a single poviat.

With SIP and through the integration of data from various sources via spatial analyses, we are able to produce output information about the distribution of risks.

It is important to note that SIP can be used to extend or complement such analyses with parameters related, e.g., to population, poviat area, or the categories or number of buildings within a specific poviat.

Summary

Rescue operations can be studied on various levels. The analysis of events to which rescuers are deployed, covering the number of such events and the related damage, is the basis of, and provides support for, the organisation of rescue operations.

Such analysis, taking into account the number of events with specific effect size, can be represented as a map using the proposed method for the country as a whole. What would need to be updated, however, is the point of reference to which unit areas would be compared. In addition, the selection would need to include all poviats in Poland. Therefore, depending on the examined area, it might be necessary to re-select the data to be used. The presented maps of events for the Mazowieckie Voivodeship provide an example of how to compare poviats from this Voivodeship by reference to the “worst case” from this region.

Dyskusja

Zaproponowana metoda mapowania rozkładu pożarów i miejscowych zagrożeń pozwala na porównanie między sobą powiatów rozpatrywanego województwa. Wprowadzone klasy liczby zdarzeń oraz skutków, które przyjmują wartości całkowite z przedziału od 1 do 4, przeniesione do macierzy zdarzeń 4 x 4 oraz przez siebie przemnożone, stanowią podstawę określenia poziomów ich rozkładu. Proporcjonalne odniesienie liczby zdarzeń w rozpatrywanym powiecie do wartości referencyjnej, którą stanowi maksymalna wartość liczby zdarzeń odnotowana w jednym z powiatów z województwa, wprost przekłada się na porównanie liczby zdarzeń w danym powiecie do referencyjnej liczby zdarzeń powiatu, w którym była ona największa. Powiat referencyjny rozumiany jest jako obszar, w którym liczba zagrożeń rozpatrywana jest jako „najgorszy przypadek” w badanym przedziale czasowym. Klasy przypisane do skutków uwzględniają ich charakter, bezpośrednio wynikający z opisu wielkości zawartego w *Zasadach ewidencjonowania zdarzeń* i dotyczą kwestii związanych z powierzchnią strat lub też ilością podawanych prądów gaśniczych oraz użycia sprzętu specjalistycznego, ilości jednostek, które brały udział w działaniach ratowniczych oraz liczby ofiar śmiertelnych i/lub poszkodowanych [3, s. 33–35].

Nadane poziomy rozkładu zdarzeń i ich przedstawienie – zarówno na mapie, jak i w macierzy – stanowią zobrazowanie rozkładu przestrzennego i funkcjonować mogą jako mapy rozkładu. Umożliwiają przedstawienie poziomu wybranego rodzaju zdarzenia i jego wielkości w powiatach rozpatrywanego województwa, jak również poziomu wszystkich badanych zdarzeń na macierzy odpowiadającej rozpatrywanemu obszarowi jednostkowemu – jednemu powiatowi.

Wykorzystanie SIP i integracja w nim danych pochodzących z różnych źródeł poprzez zastosowanie analiz przestrzennych umożliwia opracowanie informacji wynikowej dotyczącej rozkładu zagrożeń.

Warto nadmienić, że SIP może być wykorzystany do rozwinięcia powyższych analiz i uzupełnienia ich o parametry związane m.in. z liczbą ludności, powierzchnią powiatu, kategoriami i liczbą budynków znajdujących się w obszarze danego powiatu.

Podsumowanie

Działania ratownicze rozpatrywane są na różnych płaszczyznach. Analiza zdarzeń, do których dysponowani są ratownicy, uwzględniająca liczbę tych zdarzeń oraz związane z nimi straty, jest podstawą i elementem wspomagania organizacji działań ratowniczych.

Wyniki badania rozkładu uwzględniającego liczbę zdarzeń o określonej wielkości skutków mogą być przeniesione na mapę – zgodnie z przedstawioną metodą – dla obszaru całego kraju. Należałoby jednak zaktualizować punkt odniesienia, do którego porównywane byłyby obszary jednostkowe. Dodatkowo przy wyborze należałoby uwzględnić powiaty z obszaru całego kraju. Dlatego też w zależności od obszaru, który będzie brany pod uwagę, należy zidentyfikować na nowo wykorzystywane dane. Przedstawione mapy zdarzeń odpowiadające obszarowi województwa mazowieckiego są przykładem, w jaki sposób można porównać powiaty tego województwa między sobą i względem „najgorszego przypadku” z tego regionu.

These maps can be used to review events from the examined period, and if such maps are updated regularly, they can help identify risk trends or dynamics over both time and space, not only in annual, but also in quarterly or monthly terms. The described method was recommended to be included in fire protection education programmes, including courses on Spatial Information Systems, Rescue Operation Support Systems, and Risk Assessment Systems, as taught in the Main School of Fire Service, as one of the methods for event analysis and visualisation.

List of abbreviations

KSRG	– National Rescue and Firefighting System
M	– local hazard
P	– fire
PSP	– State Fire Service
SIP	– Spatial Information System
SWD	– Decision-Support System

W oparciu o przedstawione mapy możliwy jest przegląd zdarzeń przypadających na rozpatrywany okres, a systematyczne ich aktualizowanie może umożliwić sprawdzenie tendencji, czy też dynamiki zmian występowania zagrożeń w czasie i przestrzeni, nie tylko w ujęciu rocznym, ale również kwartalnym czy miesięcznym.

Prezentowaną metodę zarekomendowano Szkole Głównej Służby Pożarniczej do włączenia do programów kształcenia z zakresu ochrony przeciwpożarowej, w tym z przedmiotów dotyczących Systemów Informacji Przestrzennej, Systemów Wspomagania Działań Ratowniczych oraz oceny ryzyka realizowanych jako jedną z metod służących analizie i wizualizacji zdarzeń.

Wykaz skrótów

KSRG	– Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy
M	– miejscowe zagrożenie
P	– pożar
PSP	– Państwowa Straż Pożarna
SIP	– System Informacji Przestrzennej
SWD	– System Wspomagania Decyzji

Literature / Literatura

- [1] Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. 1991 Nr 81, poz. 35 z późn. zm.).
- [2] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3 lipca 2017 r. w sprawie szczegółowej organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego (Dz.U. 2017 poz. 1319).
- [3] KG PSP, *Zasady ewidencjonowania zdarzeń w Systemie Wspomagania Decyzji Państwowej Straży Pożarnej*, Warszawa 2019 [dok. elektr.] <https://www.straz.gov.pl/download/583> [dostęp: 12.11.2019].
- [4] Zboina J., *Inżynieria bezpieczeństwa pożarowego w kontekście badań bezpieczeństwa*, w: *Nauki o bezpieczeństwie. Wybrane problemy badań*, Czupryński A. i in. (red.), Wydawnictwo CNBOP-PIB, Józefów 2017, 111–128.
- [5] Tomlinson R., *Rozważania o GIS. Planowanie Systemów Informacji Geograficznej dla menadżerów*, ESRI Polska, 2008.
- [6] <http://www.gugik.gov.pl/pzgiik/dane-bez-oplat/dane-z-panstwowego-rejestru-granic-i-powierzchni-jednostek-podzialow-terytorialnych-kraju-prg> [dostęp: 12.11.2019].
- [7] <https://www.qgis.org/pl/site/forusers/download.html> [dostęp: 12.11.2019].
- [8] <https://www.qgis.org/pl/site/about/features.html> [dostęp: 12.11.2019].
- [9] Szczepanek R., *Systemy Informacji Przestrzennej z QGIS*, Politechnika Krakowska, Kraków 2017 [dok. elektr.] https://repozytorium.biblos.pk.edu.pl/redo/resources/25448/file/suwFiles/SzczepanekR_SystemyInformacji.pdf [dostęp: 12.11.2019].
- [10] Dane statystyczne KG PSP [dok. elektr.] <https://www.straz.gov.pl/download/4272.xlsx> [dostęp: 10.11.2019].
- [11] <https://gis-support.pl/qgis-kalkulator-pol-funkcje/> [dostęp: 12.11.2019].

JOANNA KOZIOŁ, M.SC. ENG. – graduate of the Faculty of Fire Safety Engineering, Main School of Fire Service in Warsaw, completed a postgraduate programme on Spatial Information Systems at the Faculty of Geodesy and Cartography, Warsaw University of Technology. Assistant Lecturer at the Department of Safety Engineering, Faculty of Safety Engineering and Civil Protection, Main School of Fire Service.

MGR INŻ. JOANNA KOZIOŁ – absolwentka Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie oraz studiów podyplomowych na Wydziale Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej pn. Systemy Informacji Przestrzennej. Asystent w Katedrze Inżynierii Bezpieczeństwa na Wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa i Ochrony Ludności Szkoły Głównej Służby Pożarniczej.