

Michał Ogrodniczak¹, Joanna Ryba²

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski

Planowanie ewakuacji, jako element zarządzania kryzysowego³

Zarządzanie kryzysowe jest nieodłączną częścią funkcjonowania zarówno państwa, jak i mniejszych podmiotów, organizacji, przedsiębiorstw. Narażone są na różnego rodzaju zagrożenia kryzysowe. Niezależnie od rodzaju jednostki, w każdej z nich może wystąpić zagrożenie pożarowe. W tej sytuacji jednym z kluczowych elementów reagowania kryzysowego jest ewakuacja. Jej wcześniejsze właściwe zaplanowanie ma duże znaczenie dla jej przeprowadzenia w sytuacji zagrożenia. W tym celu posłużyć mogą narzędzia, którymi dysponuje system informacji geograficznej.

System informacji geograficznej (GIS) to specyficzna technologia, która znajduje zastosowanie w wielu dziedzinach życia. Pozwala na przedstawienie świata rzeczywistego w przyjętym modelu danych na ekranie komputera. Stwarza to możliwość przeprowadzania wielu analiz, które ułatwiają podejmowanie trafnych decyzji.

W artykule przedstawiono możliwości implementacji narzędzi GIS w dziedzinie zarządzania kryzysowego przy wyborze drogi ewakuacyjnej. W tym celu wykorzystano rozszerzenie *network analyst*. Zaprezentowano symulacje drogi ewakuacyjnej z budynku uwzględniającą ograniczenia w postaci czasu pokonania drzwi oraz schodów. Powstałe w programie symulacje mogą stanowić załącznik do tworzonych planów reagowania kryzysowego w sytuacji pożaru czy zwykłych planów ewakuacji.

Zarządzanie kryzysowe

Zarządzanie kryzysowe kojarzy się głównie z formą zarządzania państwem czy konkretnymi jednostkami terytorialnymi w przypadku wystąpienia kryzysu przez właściwe organy administracji publicznej. Należy jednak pamiętać, że każda instytucja, w związku z istniejącymi lub mogącymi zaistnieć zagrożeniami wspomaga się zarządzaniem kryzysowym sensu largo. Termin zarządzania kryzysowego oznacza proces radzenia sobie z trudnościami, zagrażającymi istnieniu danej instytucji.⁴ Obejmuje on uporządkowane i zaplanowane działania polegające na zapobieganiu sytuacjom kryzysowym, a w przypadku ich wystąpienia przejmowania nad nimi kontroli.⁵ Z tej definicji wynikają cztery podstawowe etapy zarządzania kryzysowego. R. Grocki wyróżnia etap przygotowania, zapobiegania, reagowania oraz odtwarzania.⁶ Faza przygotowania się danego podmiotu na wypadek wystąpienia kryzysu jest bardzo istotna, gdyż wiąże się z szeroko pojętym planowaniem, bez którego trudno jest właściwie przeciwdziałać występującym zagrożeniom. Planowanie strategiczne na wypadek kryzysu minimalizuje ryzyko w związku z powstaniem zagrożenia oraz ułatwia kontrolę nad działaniami prowadzonymi w fazie reagowania i usuwania negatywnych skutków zdarzeń.⁷ Planowanie jest procesem dotyczącym działania w mogących wystąpić w przyszłości sytuacjach. Jego rezultatem jest plan, czyli zbiór decyzji zawierający: cele, rodzaj działań i jego metody oraz kolejność ich realizacji.⁸ Podmioty mogą tworzyć różnego rodzaju plany zarządzania kryzysowego, zarówno takie, dotyczące ogólnego bezpieczeństwa podmiotu, jak i plany postępowania na wypadek wystąpienia konkretnego zagrożenia. Ich szczegółowość zależy od wielkości danej jednostki,

¹ Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Wydział Geodezji, Inżynierii Przestrzennej i Budownictwa

² Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Wydział Prawa i Administracji

³ Artykuł recenzowany.

⁴ J. Walas-Trębacz, J. Ziarko, Podstawy zarządzania kryzysowego, cz. 2, Kraków 2011, s. 39.

⁵ S. Zajas, Zarządzanie kryzysowe w aspekcie bezpieczeństwa zewnętrznego i wewnętrznego- wprowadzenie do problematyki,

w: A. Urban, Zarządzanie kryzysowe wyzwaniem dla edukacji, Szczytno 2007, s. 11-12.

⁶ R. Grocki, Zarządzanie kryzysowe, dobre praktyki, Warszawa 2012, s. 41-42.

⁷ K. Fearn-Banks, Crisis Communications, A casebook approach, Londyn 2007, s. 7.

⁸ R. Wróblewski, s. 277

dla której są tworzone. Przykładowo dla jednego budynku, np. budynku urzędu gminy będzie on bardziej szczegółowy niż dla całego osiedla czy miasta. Do sytuacji kryzysowych należy przygotowywać się przed ich wystąpieniem właśnie poprzez planowanie. Usprawnia to proces podejmowania decyzji oraz ułatwia kierowanie w sytuacji kryzysowej.⁹ Wszelkiego rodzaju plany wiążą się ze strategicznym zarządzaniem bezpieczeństwem. Jednym z jego elementów jest właśnie tworzenie i doskonalenie strategii, czyli przygotowanie strategicznego programu dla danego podmiotu.¹⁰

Najefektywniejsze są plany tworzone dla konkretnej sytuacji kryzysowej, np. pożaru. Pożar definiowany jest, jako „niekontrolowany proces palenia w miejscu do tego nieprzeznaczonym, powodującym straty i niebezpieczeństwo”.¹¹ Pożar jest zagrożeniem dla każdego podmiotu, gdyż jest zarówno zagrożeniem związanym z działalnością człowieka, jak również zagrożeniem o podłożu naturalnym. Bez względu na sposób powstania jest niebezpieczeństwem dla ludzi i innych istot żywych oraz dla mienia.

Procedura zarządzania kryzysowego w takiej sytuacji opiera się głównie na ewakuacji. Do czasu przybycia straży pożarnej akcją kieruje administrator budynku.¹² Dlatego też ważne jest, aby mógł oprzeć się na konkretnych planach działania, jak również, aby osoby znajdujące się w zagrożonym budynku wiedziały jak mają się w takiej sytuacji zachować. Ewakuacja według definicji słownikowej to usuwanie ludności, majątku, żywności z terenu zagrożonego przez nieprzyjaciela bądź klęskę żywiołową.¹³ W przypadku konkretnego podmiotu, np. urzędu gminy, w sytuacji wystąpienia pożaru ewakuacja polega przede wszystkim na usunięciu z zagrożonego budynku znajdujących się w nim ludzi. Dlatego sporządza się plan ewakuacji oraz ustala odpowiednią drogę ewakuacyjną. Wiąże się to z koniecznością poinformowania przebywających tam ludzi o konkretnych wariantach działania, np. poprzez odpowiednie oznakowanie dróg ewakuacyjnych, bądź przez zapoznanie pracowników z przygotowywanymi na wypadek pożaru planami ewakuacji. Zadania wykonywane w związku z ewakuacją mają na celu zapewnienie bezpieczeństwa zagrożonej ludności w budynku, jak i po przeprowadzonej ewakuacji (przez oznaczanie specjalnych miejsc zbiórki). Przede wszystkim ważny jest czas przeprowadzenia ewakuacji. Wiąże się on z czasem gotowości określanym, jako czas wykonania podstawowych działań od powiadomienia służb i zaalarmowania ludności o wystąpieniu pożaru do przeprowadzenia ewakuacji i innych czynności określonych w stworzonym wcześniej planie.¹⁴ Czas ten powinien być jak najkrótszy, gdyż dotyczy on zapewnienia bezpieczeństwa przebywającym w zagrożonym budynku ludziom. Dlatego też osoby tworzące plany powinny mieć w szczególności na uwadze aspekt czasu, jako jeden z najbardziej znaczących elementów zarządzania kryzysowego.

Sieciowy model danych

Model sieciowy jest szczególną odmianą modelu topologicznego. Istnieje wiele rodzajów sieci wykorzystywanych do modelowania. Dwa najważniejsze typy to sieć promieniowa oraz pętlowa. Przykładem sieci pętlowych jest sieć wodociągowa, która posiada dużo punktów przecięcia. Dzięki tak zaprojektowanej sieci, przy awarii, dotknięta zostanie jak najmniejsza liczba odbiorców wody. W sieci promieniowej określony jest kierunek przepływu, natomiast przykładem tego rodzaju sieci jest system ścieżek ewakuacyjnych. Sieć należy rozumieć, jako zbiór wzajemnie powiązanych obiektów: linii nazywanych krawędziami oraz punktów zwanych węzłami.¹⁵ Punkty węzłowe występują na styku dwóch lub więcej krawędzi, wzdłuż których odbywa się ruch. Aby poruszanie mogło się odbywać, węzły i krawędzie muszą być ze sobą w relacji topologicznej. Prędkość poruszania się po ścieżce ewakuacyjnej modelowana jest, jako obciążenie na węzłach i na krawędziach. Podstawowym parametrem jest w tym wypadku długość krawę-

⁹ T. Z. Leszczyński, Kryzys jako sytuacja decyzyjna w organizacji, w: M. Jabłonowski, L. Smolak, Zarządzanie kryzysowe w Polsce, Pułtusk 2007, s.345.

¹⁰ J. Stawnicka, B. Wiśniewski, R. Socha, Zarządzanie kryzysowe, Szczytno 2011, s.39-40.

¹¹ R. Grocki, s.80.

¹² R. Wróblewski, Zarządzanie kryzysowe jako element zarządzania bezpieczeństwem narodowym, Siedlce 2013, s.436.

¹³ Mały słownik języka polskiego, Warszawa 1999, s.168.

¹⁴ R. Grocki, s.22

¹⁵ Longley i in. 2008, s. 194.

dzi jak również czas pokonania tego odcinka będący ilorazem długości i prędkości poruszania się po krawędzi.¹⁶

Sieciowe modele danych bazują na teorii grafów, a typowym przykładem zastosowania jest znajdowanie najkrótszych ścieżek (najkrótszych dróg ewakuacyjnych) w grafie o nieujemnych wagach pomiędzy początkowym wierzchołkiem nazywanym również źródłem a pozostałymi wierzchołkami. Powyższy algorytm opisał w 1959 roku holenderski matematyk Edsger Dijkstre.¹⁷

Analiza i wizualizacja danych

Analiza przestrzenna jest procesem wydobywania informacji, która jest ukryta w zbiorze danych. Umożliwia wizualizację złożonych zjawisk, procesów geograficznych lub też relacji między tymi procesami.¹⁸ Ułatwia, więc podejmowanie decyzji. Dzięki analizie danych można formułować nowe hipotezy, jak również planować nowe eksperymenty lub programy badawcze. Przetwarzanie danych o środowisku geograficznym przy pomocy matematycznych metod jest elementarną cechą systemów geoinformacyjnych. Analiza danych przestrzennych przebiega w dwóch etapach: wybór danych oraz wykonanie odpowiednich działań matematycznych. Wynik przeprowadzanych analiz zależy nie tylko od lokalizacji przestrzennej obiektów, ale także od dokładności geometrycznej, skali danych przestrzennych, wiarygodności danych jak również aktualności danych oraz zastosowanych procedur analitycznych.¹⁹ Tego typu analizy przestrzenne mogą być wykorzystane do planowania dróg ewakuacyjnych.

Analizy dróg ewakuacyjnych

Systemy informacji geograficznej wykorzystują różne typy danych, które pochodzą z rozmaitych źródeł. Dane można podzielić na pierwotne oraz wtórne. Pierwotne dane gromadzone są w formie cyfrowej specjalnie na potrzeby GIS, natomiast do danych wtórnych należy zaliczyć dane w postaci cyfrowej lub analogowej, które pierwotnie zostały pozyskane do innych celów. Takie dane należy przenieść do formatu cyfrowego, aby mogły być kompatybilne z systemem informacji geograficznej.²⁰ W projekcie GIS opisanym w artykule mamy do czynienia z danymi wtórnymi. Plany budynku urzędu gminy zostały zeskanowane, a następnie zwektoryzowane, co pozwoliło na operowanie tymi danymi. Bardzo ważne jest, żeby pozyskane dane posiadały aktualną, wiarygodną oraz dokładną informację o obiekcie.²¹ Kompletna informacja pozwala na przeprowadzenie rzetelnych analiz, gdyż właśnie dane wejściowe stymulują otrzymywane wyniki.

Na rysunku 1 przedstawiono plan budynku gminy oraz ścieżki dróg ewakuacyjnych, po których będzie poruszała się osoba opuszczająca budynek. Poprzez topologię obiektów, którymi są punkty węzłowe i krawędzie można symulować poruszanie się po tych właśnie ścieżkach. Rozszerzenie *network analyst* umożliwia analizę pod względem długości przebytej drogi jak również czasu, w jakim trasa została przebyta.

¹⁶ P. Cichoński, E. Dębińska, *Badanie dostępności komunikacyjnej wybranej lokalizacji z wykorzystaniem funkcji analiz sieciowych*, „Roczniki Geomatyki”, 2012 t. 10, z. 4

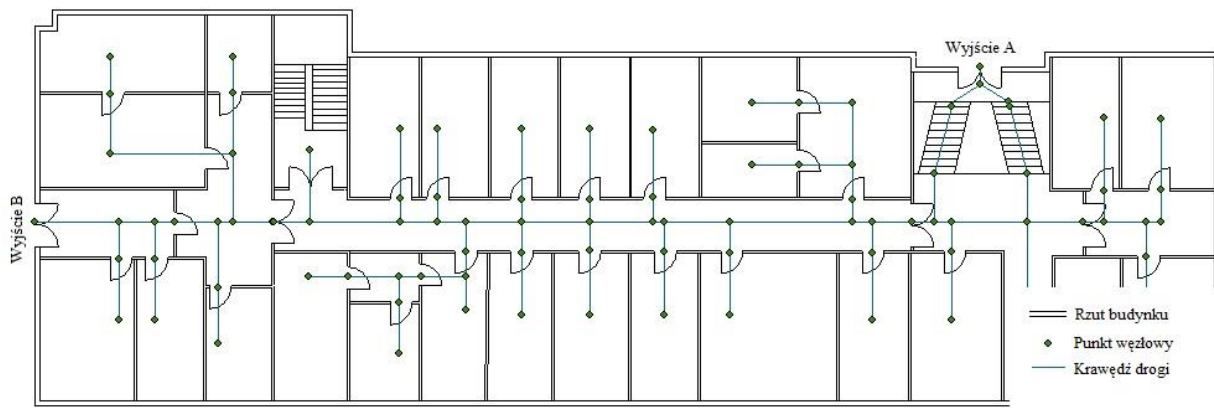
¹⁷ D. Felcenloben, *Geoinformacja wprowadzenie do systemów organizacji danych i wiedzy*, Katowice 2011, s. 77

¹⁸ Magnuszewski 1999, s. 124

¹⁹ Gotlib i in. 2007, s. 51

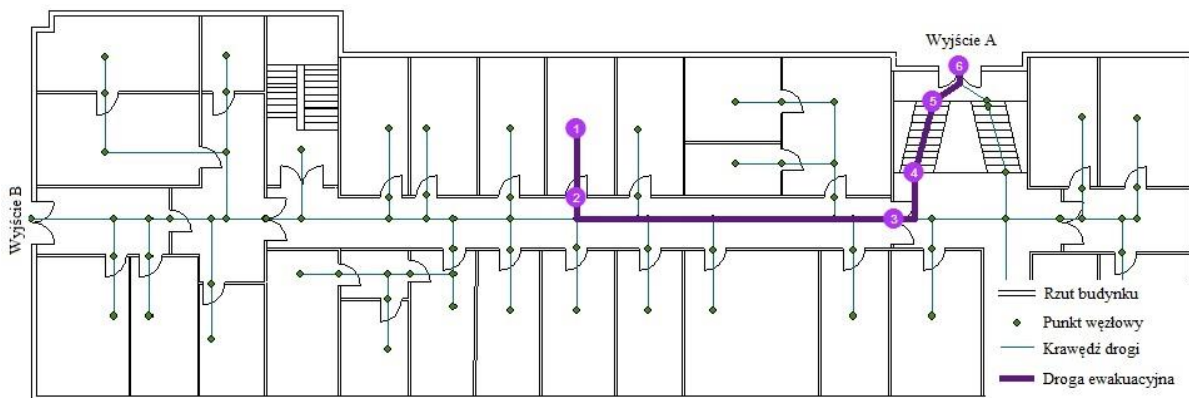
²⁰ Longley i in. 2008, s. 208

²¹ D. Felcenloben, *Geoinformacja wprowadzenie do systemów organizacji danych i wiedzy*, Katowice 2011, s. 29-30

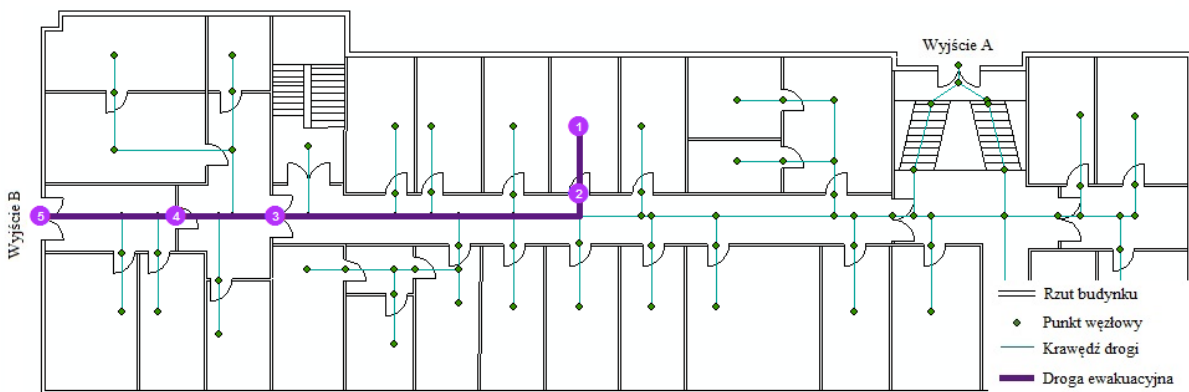


Rys. 1. Plan budynku gminy

Źródło: Opracowanie własne



a)



b)

Rys. 2. Symulacja wyjścia z budynku z oznaczonego pomieszczenia: a-wyjściem A, b-wyjściem B

Źródło: Opracowanie własne

Rysunek 2 przedstawia drogę z pomieszczenia do wyjścia. Symulacja uwzględnia niewidoczne na pierwszy rzut oka aspekty. Punkty węzłowe zostały umieszczone przy drzwiach jak również przy schodach, dzięki czemu na każdym węzle można definiować ograniczenie, np. czas otwarcia drzwi czy zejścia lub wejścia po schodach. Podczas przejścia pierwszej trasy (rysunek 2a) osoba musi pokonać przeszkodę

w postaci 3 drzwi oraz schodów a w drugiej trasie (rysunek 2b) do pokonania ma 4 drzwi. Długość pierwszej trasy, wynosi 25,17 m i będzie pokonana w średnio 9,5 sekundy, natomiast druga trasa ma 26,76 m i do jej pokonania potrzeba średnio 11,5 sekundy. Taką właśnie analizę można wykonać dla każdego pomieszczenia, co umożliwi stworzenie najkorzystniejszych dróg ewakuacyjnych z każdego miejsca w budynku. Poprzez takie analizy opracowywane są konkretne warianty działania, pozwalające na wybór najodpowiedniejszego i najefektywniejszego w zaistniałej sytuacji zagrożenia.

Wnioski

Dynamiczne zmiany zachodzące w świecie, szczególnie technologicznym i informatycznym, wymuszają konieczność refleksji nad efektywnością zarządzania kryzysowego.²² Dlatego wciąż szuka się nowych rozwiązań i sposobów na usprawnienie wszystkich etapów zarządzania kryzysowego. Przede wszystkim na etapie planowania wykorzystywać można różnego rodzaju analizy przestrzenne przeprowadzane w systemach GIS, które pozwalają na lepszą ocenę sytuacji i podjęcie trafniejszych decyzji. W zakresie ewakuacji poprzez wykorzystanie narzędzi GIS można w łatwy sposób określić odpowiednie drogi oraz wyjścia ewakuacyjne a także wewnętrzne procedury danej instytucji w przedmiocie ewakuacji. Dzięki czemu ustalone drogi ewakuacyjne będą najkrótszymi i możliwymi do pokonania w najkrótszym czasie podczas sytuacji zagrożenia.

Streszczenie

Ewakuacja jest istotnym elementem zarządzania kryzysowego. Dlatego też ważne jest jej odpowiednie zaplanowanie przed wystąpieniem zdarzenia kryzysowego, np. pożaru. Tworzone są różnego rodzaju plany ewakuacji. Znacznym ułatwieniem przy ich tworzeniu jest wspomaganie się narzędziami GIS. Istotnymi elementami planu są wskaźniki przestrzenne i czasowe działania. Systemy informacji przestrzennej poprzez wykorzystanie analiz przestrzennych pozwalają na określenie w szybki i precyzyjny sposób dróg ewakuacyjnych możliwych do przebycia w najkrótszym czasie. Tak wykonane analizy mogą być bardzo przydatne przy planowaniu ewakuacji, jako elementu zarządzania kryzysowego.

Planning evacuation as the element of crisis management

Abstract

Evacuation is essential part of crisis management. Therefore the appropriate planning of evacuation is meaningful activity before a critical event (e.g. fire) takes place. Many kind of a plans of evacuation are being created. What is more important, GIS tools are very helpful at creating plans. Spatial indicators and temporal rates are crucial elements of the plan. Geographic Information Systems with spatial analyses give the opportunity to quickly and precisely indicate evacuation routes, which people might cover in the shortest time. This kind of spatial analyses might be useful in crisis management, during making the plan of evacuation.

LITERATURA / BIBLIOGRAPHY

- [1]. Cichoński P., Dębińska E., *Badanie dostępności komunikacyjnej wybranej lokalizacji z wykorzystaniem funkcji analiz sieciowych*, *Roczniki Geomatyki*, 10, z. 4, AGH Kraków, Kraków 2012
- [2]. Fearn-Banks K., *Crisis Communications, A casebook approach*, Londyn 2007
- [3]. Felcenloben D., *Geoinformacja wprowadzenie do systemów organizacji danych i wiedzy*, Katowice 2011
- [4]. Gotlib D., Iwaniak A., Olszewski R., *GIS Obszary zastosowań*, Warszawa 2007

²² G. Sobolewski, *Zagrożenia kryzysowe*, Warszawa 2011, s.9.

- [5]. Grocki R., *Zarządzanie kryzysowe, dobre praktyki*, Warszawa 2012
- [6]. Leszczyński T. Z., *Kryzys, jako sytuacja decyzyjna w organizacji*, w: M. Jabłonowski, L. Smolak, *Zarządzanie kryzysowe w Polsce*, Pułtusk 2007
- [7]. Longley P. A., Goodchild F. M., Maguire D.J., Rhind W. D., 2008. *GIS Teoria I praktyka*, Warszawa 2008
- [8]. Magnuszewski A., *GIS w geografii fizycznej*, Warszawa 1999
- [9]. Mały słownik języka polskiego, Warszawa 1999, s.168.
- [10]. Sobolewski G., *Zagrożenia kryzysowe*, Warszawa 2011, s.9.
- [11]. Stawnicka J., Wiśniewski B., Socha R., *Zarządzanie kryzysowe*, Szczytno 2011
- [12]. Walas-Trębacz J., Ziarko J., *Podstawy zarządzania kryzysowego, cz.2*, Kraków 2011
- [13]. Wróblewski R., *Zarządzanie kryzysowe, jako element zarządzania bezpieczeństwem narodowym*, Siedlce 2013
- [14]. Zajas S., *Zarządzanie kryzysowe w aspekcie bezpieczeństwa zewnętrznego i wewnętrznego- wprowadzenie do problematyki*, w: A. Urban, *Zarządzanie kryzysowe wyzwaniem dla edukacji*, Szczytno 2007