

**ANALIZY PRZESTRZENNO-CZASOWE W GIS
DLA ROZWIĄZYWANIA
KONFLIKTÓW ŚRODOWISKOWYCH***

**SPATIAL-TEMPORAL ANALYSES IN GIS FOR SOLVING
ENVIRONMENTAL CONFLICTS**

Konrad Eckes

Katedra Geomatyki, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

Słowa kluczowe: analizy w GIS, konflikty przestrzenne, topologia konfliktów, mobilność grup populacyjnych

Keywords: analyses in GIS, spatial conflicts, conflicts topology, mobility of population groups

Wprowadzenie

Środowisko życia człowieka, a zwłaszcza środowisko terenów zurbanizowanych, podlega różnym zagrożeniom – wywołanym przez siły przyrody lub zagrożeniom antropogenicznym. Do tych pierwszych możemy zaliczyć zjawiska anomalii meteorologicznych i powodzi. Do drugich zaliczamy skutki postępującej industrializacji, skutki awarii, katastrofy ekologiczne, epidemie. Do zagrożeń antropogenicznych zaliczamy także bezpośrednią i celową działalność destrukcyjną człowieka – jak zdarzenia kryminalne, chuligańskie i terrorystyczne. Każde zagrożenie lub jego skutek ma swoje odniesienie przestrzenne, swój obszar działania. Podobnie każde skupisko ludzi ma także swoje odniesienie przestrzenne.

W oddziaływaniu zagrożenia na grupy ludzi można mówić o relacji tych dwóch obszarów. Ponieważ działanie czynników przyrodniczych lub antropogenicznych na grupę populacji ma charakter negatywny – dlatego tę relację możemy nazwać konfliktem przestrzennym. W tym konflikcie zawsze będziemy rozpatrywać przypadek, że na jednym z obszarów takiego konfliktu jest skupiona grupa ludzi.

Jednym z parametrów grupy społecznej, zajmującej pewien obszar, jest gęstość populacji wyrażająca się liczbą osób znajdujących się na obszarze przyjętym za jednostkowy.

* Przedstawiona w niniejszym artykule tematyka została opracowana w ramach badań statutowych Katedry Geomatyki AGH w roku 2011.

Różne grupy ludzi podlegają naturalnej mobilności, której skutkiem jest przestrzenno-czasowa zmiana gęstości populacji. Także czynniki zagrożeń (czynniki konfliktogenne) mogą ulegać zmianom w czasie.

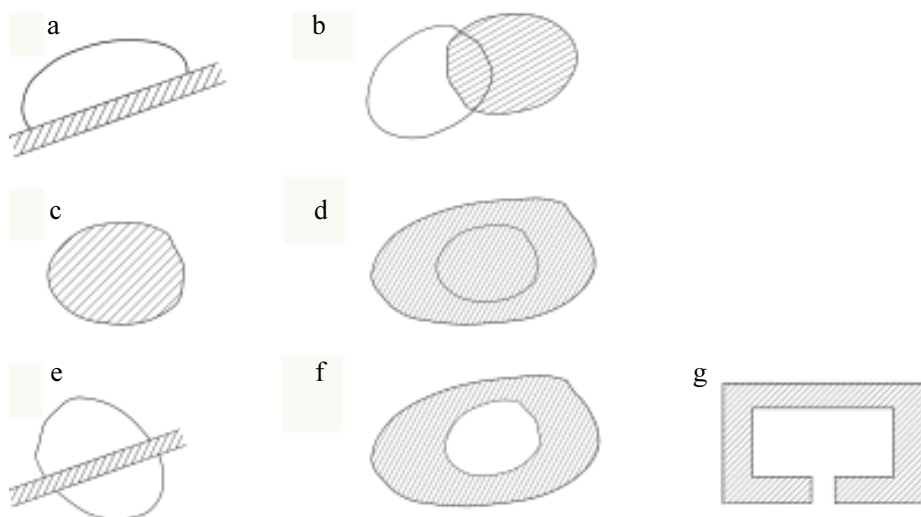
Wreszcie natężenie zagrożenia może przybierać znacznie zróżnicowane formy, od zagrożeń mających wpływ jedynie na komfort życia – aż do zagrożeń totalnych.

Dla terenów zurbanizowanych charakterystyczna jest powszechność konfliktu w życiu codziennym, który tworzą zanieczyszczenia powietrza, wody i gleby, hałas, zagrożenia komunikacyjne, awarie oraz liczne zagrożenia antropogeniczne.

Relacje przestrzenne skupisk ludności i obszarów konfliktogennych

Jak zostało to przedstawione we wprowadzeniu – konflikt zachodzi pomiędzy dwoma obszarami: obszarem, na którym skupiona jest pewna grupa ludności, a obszarem konfliktogennym. Zatem konflikt jest relacją przestrzenną pomiędzy dwoma obiektami powierzchniowymi. Takie relacje można opisać zależnościami z wykorzystaniem konwencji systemów informacji przestrzennej.

Rozpatrzmy różne przypadki relacji obszarów grup populacyjnych i stref konfliktogennych. Topologia konfliktów została przedstawiona na rysunku 1. Rysunki 1a, 1b, 1c i 1d przedstawiają kolejne stopnie narastania konfliktu – od konfliktu granicznego, gdzie stykają się obydwa obszary, aż do całkowitego pokrycia, wraz z otoczeniem obszaru skupionej ludności – strefą konfliktogenną. Przykładem konfliktu 1a może być graniczenie obszarów



Rys. 1. Topologia konfliktów środowiskowych: a – konflikt graniczny styku obszarów; b – konflikt częściowego pokrycia; c – konflikt identyczności obszarów; d – relacja lokalizacji na obszarze konfliktowym; e – konflikt przecięcia środowiska; f – konflikt otoczenia zamkniętego; g – konflikt otoczenia z kanałem komunikacji

zabudowanych z terenem lotniska, konflikty 1b i 1d mogą tworzyć zanieczyszczenia powietrza nad terenami osiedli, pochodzące od zakładów przemysłowych. Konflikt 1c występuje wtedy, gdy zakres przestrzenny jego źródła jest identyczny z obszarem grupy populacyjnej. Taki przypadek występuje w czasie epidemii w mieście lub w czasie masowych rozruchów ulicznych (jakie przykładowo miały miejsce w angielskich miastach w sierpniu 2011 roku). Rysunek 1e przedstawia konflikt przecięcia środowiska. Taki konflikt jest wywołany powszechnie przez obiekty inżynierskie o rozciągłości liniowej. Typowym przykładem takiego konfliktu jest przecięcie środowiska leśnego autostradą lub obszaru zabudowanego drogą tranzytową. Rysunki 1f i 1g przedstawiają konflikty otoczenia – całkowitego (zamkniętego) i otoczenia z kanałem komunikacji.

Należy zwrócić uwagę na powszechność konfliktu o oznaczeniu 1g – każde wnętrze budowli lub jakiegokolwiek obiektu, gdzie dochodzi do skupienia się większej liczby ludzi (stacje środków komunikacji, kina, teatry, stadiony) – rodzi konflikt otoczenia z kanałami komunikacyjnymi. W tej wersji konfliktu zakłada się, że otoczenie nie daje możliwości bezpośredniej i naturalnej ewakuacji przez obszar konfliktogenny – bez zastosowania środków specjalnych. Konflikt otoczenia mogą tworzyć nie tylko wnętrza budowli lecz także gęsta zabudowa ulic lub także różne czynniki topograficzne (rzeźba terenu, wody).

Konflikty otoczenia stwarzają w wielu przypadkach wielkie zagrożenia dla grup populacyjnych, zwłaszcza wtedy, gdy kanały komunikacyjne (wyjścia ewakuacyjne) są zbyt małe. Temu tematowi poświęcona jest szeroka literatura nie tylko techniczna (Longley i in., 2006), lecz także literatura sfery psychologicznej. Skrajnym przypadkiem jest konflikt otoczenia zamkniętego. Taki konflikt stwarza zagrożenia najwyższego stopnia i niestety może prowadzić do różnych tragicznych wypadków. Z wydarzeń ostatnich miesięcy można wymienić tragedię statku rzecznego „Bułgaria” na Wołdze oraz atak terrorystyczny na wyspie Utfa w Norwegii (rys. 2).

Parametry geometryczne konfliktów

Spośród wielu parametrów geometrycznych relacji pomiędzy obszarami w przestrzeni 2D najbardziej przydatne są trzy grupy parametrów:

- 1) wyznaczenie pola nakładania się obszaru skupiającego grupę populacji oraz pola strefy konfliktogennej (rys. 1b, 1c i 1d),
- 2) określenie długości linii granicznej styku tych dwóch obszarów (rys. 1a i 1f),
- 3) wyznaczenie długości linii granicznej styku oraz szerokości kanału komunikacyjnego (rys. 1g).

Do wykonywania analiz, przedstawionych w dalszych rozdziałach pracy, został wykorzystany system ArcGIS firmy ESRI (*Environmental Systems Research Institute*), który dysponuje wieloma wszechstronnymi narzędziami do rozwiązywania zadań przestrzennych. Korzystając z tego systemu można w łatwy sposób znaleźć odpowiedzi postawione w punktach (1), (2) i (3).

Zadanie (1) można rozwiązać korzystając z grupy narzędzi nakładania (*overlay*). Stosując narzędzia przecinania (*intersect*) w geobazie warstwa wynikowa zawiera samoczynnie obliczone pole w tablicy atrybutów sprzężonej z daną warstwą.

Długość granicy styku (zadanie 2) można wyznaczyć bezpośrednio na mapie korzystając z narzędzia pomiaru rozciągłości linii łamanej.

Warto jednak podać inny sposób przybliżonego wyznaczenia długości linii styku dwóch obszarów. Wystarczy zbudować bufor na jednym z nich o niewielkiej, jednostkowej szerokości strefy bufora, a następnie wyznaczyć przecięcie (*intersect*) tych dwóch obszarów. Pole obszaru wspólnego, wyznaczone w jednostkach kwadratowych, można z dużym przybliżeniem przyjąć jako długość linii styku – w jednostkach liniowych.

W przypadku zadania trzeciego (rys. 1g) możemy pomierzyć na mapie szerokość kanału komunikacji. Możemy także przyjąć, że ta szerokość jest znana, ponieważ wyznaczają ją obowiązujące normy. Długość linii styku można wyznaczyć za pomocą narzędzia pomiaru rozciągłości linii łamanej lub, po zamknięciu kanału komunikacyjnego w jeden spójny obszar – za pomocą długości jednostkowego bufora wewnętrznego.

Nie rozpatrywaliśmy tutaj parametru długości kanałów komunikacyjnych (dróg ewakuacji), ponieważ to zadanie wykracza poza temat niniejszej pracy. Jednak należy jeszcze raz podkreślić fakt powszechnego występowania przypadku przedstawionego na rysunku 1 g. Każdy budynek, budowla inżynierska (tunel, stacja metra, wyrobisko górnicze) tworzy pewną przestrzeń zamkniętą, z obowiązkowymi kanałami komunikacyjnymi – drogami ewakuacji. W przypadku budynku wielokondygnacyjnego ważna jest nie tylko szerokość kanałów komunikacyjnych, lecz także ich długość, która narasta w miarę wznoszenia się na wyższe kondygnacje.

Zmienność w czasie czynników konfliktogennych

Zmienność jest naturalną cechą przestrzeni geograficznej. Dynamika tej zmienności przybiera znacznie zróżnicowane wartości – od zmian minimalnych w okresach wieloletnich, aż do zmian ciągłych, zachodzących w czasie rzeczywistym, których obserwacje w niewielkich odstępach czasu wykazują kolejne stany obiektów. Czynniki konfliktogenne, wywołane siłami przyrody, także wykazują zmienność w czasie: narastająca fala powodziowa powoduje zwiększenie zasięgu powierzchni terenu, wyznaczonego przez aktualną warstwicę zalewu (rys. 3b). Rozprzestrzeniający się pożar lasu obejmuje kolejne strefy buforowe względem źródła wzniesionego pożaru (rys. 3a).

Czynniki konfliktogenne antropogeniczne wykazują także zmienność w czasie: eksploatacja górnicza wywołuje deformacje powierzchni terenu i budowli, drenująca działalność eksploatacji górniczej wywołuje zmiany w środowisku przyrodniczym, obciążenia stoków obiektami inżynierskimi powodują ruch splezywania zboczy. Także czynniki, wywołane przez bezpośrednie działanie człowieka, wykazują zmienność w czasie: zdarzenie kryminalne w mieście zależy od pory dnia i nocy, w cyklicznym rytmie imprez sportowych uaktywniają się agresywne grupy młodych ludzi.

Opisane tutaj różne formy aktywnego oddziaływania na przestrzeń geograficzną poprzez siły przyrody lub działalność antropogeniczną – mają charakter zmienności przestrzenno-czasowej.

Zróżnicowanie gęstości i mobilność grup populacji

W przedstawionych wyżej przypadkach zmienności podlegały zjawiska lub obiekty przestrzeni geograficznej. Ale w tej przestrzeni żyje człowiek – z silnymi relacjami względem obiektów tej przestrzeni. Parametry demograficzne są standardowym obiektem rejestrowa-

nym w systemie informacji geograficznej GIS. Typowe technologie zaawansowanych systemów GIS jak na przykład geokodowanie lub inne identyfikatory geograficzne wiążą pojedynczych ludzi lub grupy populacji z przestrzenią. W przypadku geokodowania stosowana jest hierarchiczna relacja powiązania współrzędnych reprezentatywnego punktu konturu budowli, z adresem tej budowli, i w dalszym powiązaniu – z grupą populacji zamieszkałą pod tym adresem (z mieszkańcami budynku). Innym, bardzo przybliżonym identyfikatorem geograficznym, jest kod pocztowy – reprezentujący grupę populacyjną zamieszkałą w strefie o danej liczbie kodowej.

Wymienione wyżej sposoby identyfikacji pojedynczych osób lub mniejszych i większych grup populacji mają charakter ich statycznego przypisania do określonego punktu lub obszaru. Ale pojedyncze osoby oraz grupy populacyjne wykazują z reguły znaczną mobilność w lokalnej lub ponadlokalnej przestrzeni (Hang i in., 2000). Dla miejskich grup populacyjnych można wyróżnić trzy typowe cykle mobilności:

- cykl dzienny – związany z pracą, nauką, zaopatrzeniem, kontaktami rodzinnymi, towarzyskimi i wypoczynkiem,
- cykl tygodniowy – związany z inną organizacją dni wolnych (soboty i niedzieli); w wyższym standardzie życia typowe jest opuszczenie miasta i wyjazd na tereny rekreacyjne,
- cykl roczny – w średnim i wyższym standardzie życia stosowane są kilkutygodniowe wyjazdy wakacyjne.

Wymienione cykle skutkują pulsującymi zmianami populacji w centrach handlowych wielkich miast, w centrach przemysłowych i komunikacyjnych oraz w strefach zamieszkania – śródmiejskich i peryferyjnych.

Typowym, powszechnie zauważanym problemem jest stan bezpieczeństwa komunikacji miejskiej, na który składają się w równym stopniu – infrastruktura miasta (ulice, torowiska, mosty, estakady, tunele), ruchome środki transportu oraz organizacja ruchu miejskiego. Natomiast niedostrzeganym, ale niezmiernie ważnym problemem z punktu widzenia bezpieczeństwa miasta, jest problem oceny gęstości populacji w różnych strefach miasta – w relacji do czasu. Analiza mobilności segmentów społeczności lokalnej w systemie informacji o terenie umożliwia przeprowadzenie studiów i uzyskanie odpowiedzi na pytania – jaką grupę społeczności może dotknąć potencjalne zdarzenie, które wystąpi w lokalnej przestrzeni (klęska żywiołowa, katastrofa komunikacyjna, budowlana lub ekologiczna, zamieszki uliczne lub atak terrorystyczny).

Zatem dla celów badania konfliktów środowiskowych oraz dla profilaktyki w zakresie bezpieczeństwa miasta ważną rolę mogą odgrywać nie tylko relacje demograficzne w wersji statycznej, lecz także w wersji dynamicznej, uwzględniającej mobilność określonych segmentów społeczności lokalnej – w relacji do czasu.

Analizy w GIS na obiektach zmiennych w przestrzeni i w czasie

W niniejszym rozdziale zostaną przedstawione dwa przykłady, reprezentujące konflikty przestrzenno-czasowe pomiędzy grupami ludności a czynnikiem konfliktogennym – hałasem i zagrożeniem wynikającym z przewożenia materiałów niebezpiecznych w transzycie przez

miasto. W obydwu przypadkach analizy i wizualizacje wyników zostały wykonane w systemie ArcGIS firmy ESRI.

Przykład pierwszy (rys. 4) zawiera analizę zmienności czynnika konfliktogenego w relacji do zmieniającej się gęstości mieszkańców osiedla domków jednorodzinnych, zlokalizowanego w sąsiedztwie portu lotniczego, pod ścieżką startu i schodzenia do lądowania. W okresie dziennym mieszkańcy migrują do centrum miasta, na noc powracają do swoich domów. Natężenie ruchu lotniczego powiększa się w okresie letnim, a ponadto znacznie wzrasta w ciągu nocy, ze względu na dodatkowe loty czarterowe i transportowe, które nie mieszczą się w dziennym rozkładzie lotów rejsowych. Rezultatem takiej sytuacji jest powstanie ostrego konfliktu przestrzenno-czasowego: dwukrotnie większa liczba mieszkańców w okresie nocy (niż w ciągu dnia) jest wystawiona na działanie hałasu od ruchu lotniczego, wzrastającego właśnie w nocy, z częstotliwością większą o 50%.

W przedstawionym wyżej przypadku mieliśmy do czynienia ze zmienną gęstością populacji (wywołaną migracją) i zmiennością czynnika konfliktogenego. Obszar oddziaływania – osiedle – był traktowany jako obiekt jednorodny. W kolejnym przykładzie, do zmiany gęstości populacji na skutek migracji i zmienności czynnika konfliktogenego, zostanie dodany jeszcze trzeci czynnik – niejednorodność obszaru oddziaływania. Konsekwencją zróżnicowanej intensywności zabudowy jest zmienna gęstość zamieszkania grup ludności w relacji do obszaru jednostkowego.

Dane jest przykładowe miasto przedstawione na rysunku 5, w którym powierzchnia terenów zurbanizowanych wynosi około 10 km kw. W tym mieście można wyróżnić cztery strefy o zróżnicowanej funkcji i intensywności zabudowy:

- strefę centralną z zabudową obiektów handlowych i usług oraz także zabudową mieszkaniową (strefa A),
- strefy zabudowy mieszkaniowej B, C i D o zróżnicowanej gęstości zabudowy, od wielokondygnacyjnej do jednorodzinnej.

Analogowa mapa miasta została poddana procesowi digitalizacji, wymienione strefy miasta zostały zapisane jako warstwy w systemie ArcGIS 10. Na podstawie danych doświadczalnych została wyznaczona przybliżona gęstość ludności w poszczególnych strefach zabudowy miasta – z uwzględnieniem trzech charakterystycznych stref czasowych – w godzinach nocnych, w dniach roboczych w przedziale czasowym od godziny 8 do 17 oraz w

Tabela 1. Stopień zagęszczenia ludności miasta w strefach o zróżnicowanej intensywności zabudowy z uwzględnieniem migracji dobowej i migracji w dniach wolnych od pracy (opracowanie własne na podstawie danych doświadczalnych)

Charakterystyka stref	Oznaczenie stref	Liczba ludności na obszarze 1 hektara w różnych okresach		
		godziny nocne [osoby/1ha]	godziny 8-17 w dniach roboczych [osoby/1ha]	sobota po południu i niedziela [osoby/1ha]
Strefa centralna miasta (usługi, handel i częściowa zabudowa mieszkaniowa)	A	50	1000	100
Strefy zabudowy mieszkaniowej o zróżnicowanej gęstości – od wielokondygnacyjnej do jednorodzinnej	B	600	300	500
	C	200	100	150
	D	80	40	20

Tabela 2. Stopień zagęszczenia ludności miasta w obszarze zagrożenia (w buforze drogi tranzytowej o zmiennej szerokości) z uwzględnieniem dobowego przemieszczania się ludności oraz migracji w dniach wolnych od pracy

Oznaczenie strefy	Promień bufora zagrożenia [m]	Obszar zagrożony w strefie [ha]	Liczba osób przebywających na obszarze zagrożenia w różnych okresach		
			godziny nocne [osoby]	godziny 8-17 w dniach roboczych [osoby]	sobota po południu i niedziela [osoby]
A	70	11,78	589	11 780	1 178
B	70	12,38	7 428	3 534	5 890
C	100	21,16	4 232	2 116	3 174
D	200	57,35	4 588	2 294	1 147
Razem			16 837	19 724	11 389

dniach wolnych od pracy (tab. 1). Do analizy przyjęto trzy szerokości obszaru zagrożenia po obydwu stronach drogi tranzytowej (promień bufora): 70 m w strefie A i B, 100 m w strefie C i 200 m w strefie D. Korzystając z obliczenia w geobazie powierzchni segmentów bufora zagrożenia (w poszczególnych strefach) i kalkulatora pól w tabeli bazy danych – wyznaczono liczbę osób, które przebywają na obszarach zagrożenia – w trzech reprezentatywnych okresach czasu (tab. 2). Ostatni wiersz tabeli zawiera sumaryczną liczbę mieszkańców miasta, którzy w ustalonych okresach czasu znajdują się na obszarze zagrożonym przez transport materiału niebezpiecznego, dla przyjętych danych doświadczalnych.

Dyskusja wyników analiz

Rola systemu GIS w zadaniu pierwszym polegała na zestawieniu wizualizacji relacji przestrzennych analizowanego problemu. Na podstawie wizualizacji przestrzenno-czasowej było możliwe dokonanie przejrzystej oceny narastającego konfliktu, którym w tym przypadku jest zwiększenie częstotliwości pojawiania się hałasu w okresie nocnym. Do omawianego wzrostu konfliktu można także dodać wzrost niebezpieczeństwa związanego z przelatywaniem samolotów na niskiej wysokości nad obszarem zamieszkałym. Dalsze analizy, wyrażające w sposób ścisły wzrost konfliktu, byłyby możliwe – po ustaleniu funkcji wyrażającej uciążliwość hałasu dla mieszkańców sąsiadujących z lotniskiem od częstotliwości pojawiania się tego hałasu

W przypadku drugiego zadania możemy wyniki analizy przedstawić w formie liczbowej. Wyniki wykonanej analizy kształtują się w sposób następujący. Dla założonych warunków doświadczenia na obszarze zagrożenia przewozem materiałów niebezpiecznych przez miasto – w godzinach nocnych znajduje się około 16,8 tysiąca osób, w dniach roboczych (w godzinach od 8 do 17-19,7 tysiąca osób oraz w dniach wolnych od pracy (sobota po południu i niedziela) przebywa około 11,4 tysiąca osób.

Pierwszy nasuwający się wniosek jest taki, że chcąc zminimalizować liczbę mieszkańców miasta zagrożonych tranzytem materiałów niebezpiecznych – należy przewozić takie materiały w dniach wolnych od pracy. Tak sformułowany wniosek może jednak nie mieć

praktycznego zastosowania, jeżeli w dniach wolnych od pracy obowiązuje zakaz ruchu dla samochodów ciężarowych o przekroczonym limicie ładowności. W takim przypadku przeprowadzone doświadczenie wskazuje na tranzyt nocny. W doświadczeniu nie zostało to uwzględnione, ale w takim transporcie występuje pewien czynnik korzystny – zachodzi minimalna kolizja z ruchem pieszym wzdłuż dróg tranzytowych oraz kolizja z innymi pojazdami – w znacznie osłabionym ruchu nocnym. Jednak i ten przypadek może podlegać ograniczeniom, ponieważ ze względu na hałas nocny ruch samochodów ciężarowych w miastach może być ograniczany.

Przed wykonaniem doświadczenia można było oczekiwać znacznie większego zróżnicowania populacji mieszkańców zagrożonych. W krajach zamożnych w okresie dni wolnych miasta pustoszeją, ludność rozprasza się w regionie na terenach rekreacyjnych. W krajach mniej zamożnych to zjawisko występuje w znacznie mniejszym stopniu. To stosunkowo niezbyt duże zróżnicowanie populacji w trzech charakterystycznych okresach czasu wskazuje na brak możliwości uniknięcia potencjalnej kolizji – zbiorowość ludzka w konfrontacji z materiałem niebezpiecznym. Jedynym rozwiązaniem jest budowa obwodnic miast oraz autostrad z pierścieniami dróg szybkiego ruchu okalających miasta.

Wnioski

W środowisku skal średnich i małych powszechnie opracowywane są mapy demograficzne obrazujące gęstość zaludnienia na danych obszarach. Takie mapy przedstawiają stany statyczne populacji w relacji do elementów rastra lub określonych obszarów.

W zakresie skal wielkich (map szczegółowych) istnieje możliwość przedstawienia gęstości zaludnienia nie tylko w wersji statycznej, lecz również wykazania naturalnej mobilności określonych grup populacji, jako konsekwencji dojazdów do obiektów edukacji, obiektów pracy, obiektów wypoczynku oraz do centrów handlowych miast. Szczególnym przypadkiem migracji i spiętrzenia grup populacji są imprezy kulturalne, rozrywkowe i sportowe.

Rozwój naszej cywilizacji rodzi konflikty przestrzenne i dla zapewnienia bezpieczeństwa ludzi należy szczegółowo monitorować obszary konfliktów. Niniejszy artykuł wskazuje na konieczność zapisu w systemie informacji o terenie GIS parametrów demograficznych w wersji dynamicznej, z uwzględnieniem naturalnej zmienności tego szczególnego obiektu jakim jest ludność, z jej typowymi cechami mobilności. Na podstawie takiego zapisu w GIS mogą być wykonywane analizy z uwzględnieniem czasu, geometrii i topologii obszarów podlegających oddziaływaniu i obszarów konfliktogennych. W takiej rozszerzonej wersji system informacji o terenie GIS osiąga wyższy stopień organizacji i stwarza możliwość rozwiązywania wielu zadań przestrzenno-czasowych, których celem jest zapewnienie bezpieczeństwa i lepszej jakości życia różnym grupom społeczeństwa.

Literatura

- Eckes K., 2011: Analizy w systemach informacji o terenie na obiektach zmiennych w czasie – w profilaktyce i w zarządzaniu kryzysowym. Artykuł skierowany do druku w Kwartalniku Naukowym *Geomatyka i Inżynieria*, wydawanym przez Państwową Wyższą Szkołę Techniczno-Ekonomiczną w Jarosławiu.
- Jarema-Lenartowicz O., 2010: Spatio-temporal modeling application within GIS analysis for simulation and estimation of losses caused by elemental disasters within urban area. AGH Kraków, praca dyplomowa magisterska (w jęz. ang.) wykonana pod kierownictwem autora.

- Longley A. P. i in., 2006: GIS Teoria i praktyka (tłum. z jęz. angielskiego), Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2006. Rozdziały 13-16 (301- 393).
- Zhang Z., Sunila R., Virrantaus K., 2000: A spatio-temporal population model for alarming, situational picture and warning system. Department of Surveying, Faculty of Engineering and Architecture, School of Science and Technology, Aalto University, Finland.

Abstract

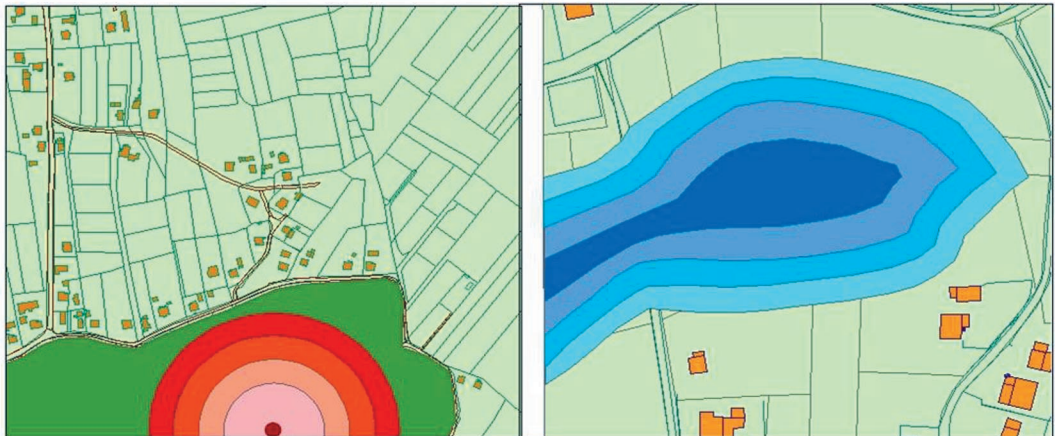
Human environment is subject to various risks - caused by natural forces or anthropogenic activity. The prevalence of conflicts in everyday life, created by air pollution, water and soil pollution, noise, hazard communication, damage and numerous effect of anthropogenic activities is characteristic for urban areas. Any risk or its effect has its spatial reference, its area of operation. Similarly, any group of people also has its spatial reference. The conflict occurs between two areas: the area where a group of population is concentrated and the area which is the source of conflict. Conflict is a spatial relationship between two surface objects - in such a relationship its topology and geometric parameters can be considered. GIS is a suitable software tool to solve just such tasks and to visualize their results. Different groups of people live in natural mobility, resulting in a spatial-temporal change in population density. Also the risk factors (the factors which are the source of conflict) may be a subject of spatial-temporal changes.

This paper describes typical cases of environmental conflicts, and presents two examples, representing the spatial-temporal conflicts between population groups and the factor which is a source of conflict - noise and danger arising from transportation of hazardous materials in transit through a city. In both cases, analysis and visualization of results were performed by ESRI ArcGIS system.

The development of our civilization creates spatial conflicts and to ensure the safety of people the areas of conflict should be monitored in detail. This paper indicates the need to record in the land information system demographic parameters of this particular subject which is population, with its typical characteristics of mobility in a dynamic version taking into account its natural variability. On the basis of such a record in the GIS different analyses can be performed taking into account the time, geometry and topology of active and passive areas. In this extended version the land information system would achieve a higher degree of organization and this would create possibility of solving many spatial-temporal tasks, which aim at ensuring safety and better quality of life for different groups of society.

prof. dr hab. inż. Konrad Eckes
keckes@agh.edu.pl
tel. (012) 617-23-05

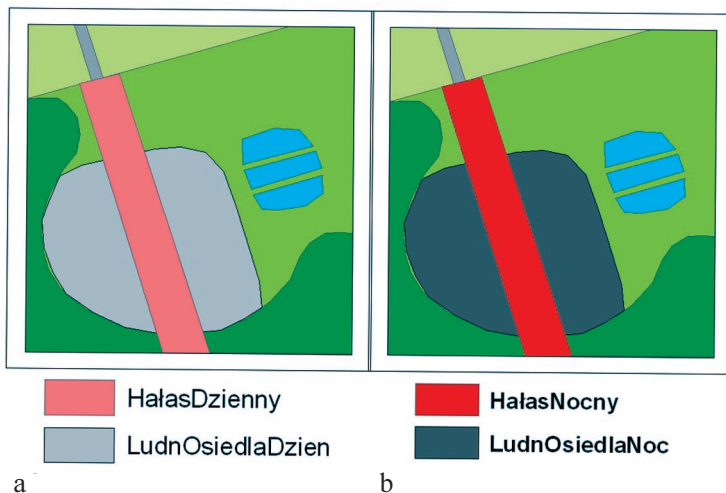
Rys. 2. Przykład konfliktu otoczenia zamkniętego – norweska wyspa Utoya, gdzie w lipcu 2011 roku rozegrała się tragedia młodych ludzi, pozbawionych możliwości ucieczki (rysunek zwektoryzowany na podstawie obrazu z portalu Google Earth)



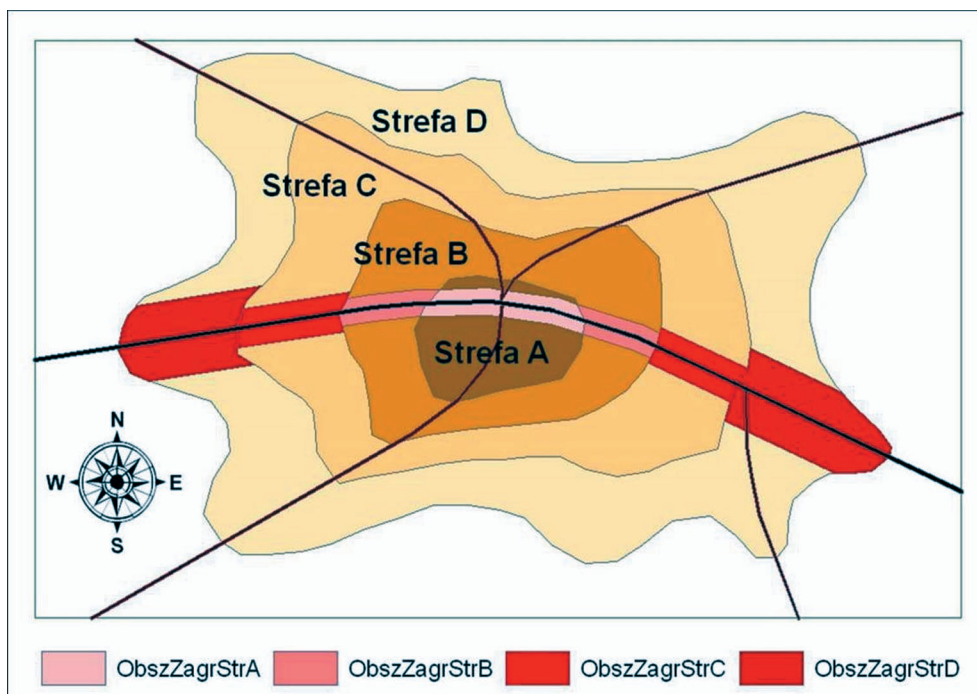
a

b

Rys. 3. Zmienność czynników konfliktogennych w czasie: a – rozprzestrzenianie się pożaru lasu w postaci bufora wielopierścieniowego wokół źródła powstania ognia, b – narastające powierzchnie zakreślone warstwicami zalewu – w miarę wzbierania się fali powodziowej



Rys. 4. Ilustracja narastającego konfliktu przestrzenno-czasowego. W okresie letnim, w nocy (b) wzrasta o 50% liczba samolotów obsługiwanych przez lotnisko (samoloty czarterowe i transportowe), podczas gdy w tym samym okresie nocnym liczba mieszkańców przebywających w strefie powiększonego hałasu jest dwukrotnie wyższa niż w okresie dziennym (a)



Rys. 5. Wizualizacja obszarów zagrożenia przez transport materiałów niebezpiecznych przez miasto. Strefy zagrożenia tworzą bufor o zmiennej szerokości wokół drogi tranzytowej – jako wynik zróżnicowanej intensywności zabudowy