

# Katarzyna Kocur-Bera

---

## Wykorzystanie platformy GIS w zarządzaniu kryzysowym

---

Acta Scientiarum Polonorum. Administratio Locorum 10/4, 27-39

---

2011

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

## WYKORZYSTANIE PLATFORMY GIS W ZARZĄDZANIU KRYZYSOWYM

Katarzyna Kocur-Bera

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

**Streszczenie.** Celem artykułu jest przedstawienie różnych zdarzeń niepożądanych, które mogą wystąpić w związku z załadunkiem, rozładunkiem i przewozem substancji niebezpiecznych. Skupiono się na poszukiwaniu powodów ich powstawania oraz przeprowadzono analizę ilości i struktury przewożonych towarów. Opisano również możliwość wykorzystania systemu informacji geograficznej, ze szczególnym uwzględnieniem sytuacji związanych z zagrożeniem w trakcie przewozu tego typu substancji.

**Słowa kluczowe:** sytuacje niebezpieczne, przewóz towarów niebezpiecznych, system informacji geograficznej

### WSTĘP

Żadne państwo ani żadne społeczeństwo nie jest wolne od ryzyka i niebezpieczeństw współczesnego świata. Zagrożeń jest wiele i z każdym dniem pojawiają się, coraz to nowsze, z którymi musi radzić sobie człowiek, aby przetrwać i uchronić swoje dobro przed zniszczeniem.

Sytuacje kryzysowe są nieodłączną częścią ludzkiego życia. Pojedyncze osoby nie są jednak w stanie radzić sobie z nimi samodzielnie. Dlatego też ważne jest powołanie jednostek organizacyjnych, które zadbają o bezpieczeństwo i będą dążyć do zmniejszenia ryzyka wystąpienia zagrożeń oraz będą im przeciwdziałać, a w przypadku ich wystąpienia zapewnią odpowiednią pomoc i reakcję na właściwym poziomie.

Przeciwdziałanie niebezpieczeństwu, które trudno przewidzieć nie jest łatwe. Istotną więc rzeczą jest wcześniejsze przygotowanie planów reagowania i procedur działania w przypadku konkretnego zagrożenia. Pomocne w tworzeniu tego typu planów i procedur są systemy informacji geograficznej, które dzięki swym możliwościom pozwalają analizować i wizualnie zaprezentować siłę i zasięg potencjalnego zagrożenia, np. rozchodzącej się fali powodziowej, wycieku niebezpiecznych substancji powodujących skażenie

środowiska czy wybuchu gazu w firmie przemysłowej. Potencjał, którym dysponuje system informacji geograficznej jest wszechstronnie wykorzystywany z bardzo dobrym skutkiem. Ma on zastosowanie praktycznie w każdej dziedzinie życia, a z jego komponentów można skutecznie korzystać również na każdym etapie zarządzania kryzysowego – w fazie zapobiegania, przygotowania, reagowania i odbudowy.

Zagrożenia mogą pochodzić z różnych źródeł. Oprócz sytuacji kryzysowych, powstałych na skutek działania sił przyrody, coraz więcej udziału w ich powstawaniu ma człowiek. Intensywny rozwój gospodarczy powoduje zapotrzebowanie na lepszą łączność i komunikację, z czym wiąże się rozwój transportu drogowego. Jednak infrastruktura drogowa w Polsce nie jest w dobrym stanie technicznym. Według rządowego raportu o stanie dróg w Polsce 82% dróg publicznych stanowią kiepskie drogi powiatowe lub należące do gmin. Zaledwie 0,4% wszystkich dróg to autostrady i drogi ekspresowe. Stan techniczny dróg jest jedną z głównych przyczyn wypadków samochodowych [Którędy droga?... 2009].

## PRZEWÓZ TOWARÓW NIEBEZPIECZNYCH W POLSCE

Szacuje się, że liczba przewożonych w Polsce towarów niebezpiecznych wynosi około 10–15% wszystkich przewozów i wielkość ta ciągle rośnie. Podobnie, jak w pozostałych krajach unijnych, ponad połowę przewożonych towarów stanowią materiały klasy 3 (ciekle zapalne). Przewóz w Polsce opiera się na transporcie drogowym. W tabeli 1 przedstawio udział poszczególnych klas towarów w transporcie materiałów niebezpiecznych.

Tabela 1. Struktura przewozów towarów niebezpiecznych w roku 2006 (według klasyfikacji The European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road)

Table 1. Structure of dangerous goods carriage in 2006 (according to the classification of the European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road)

| Klasa<br>Class  | Udział [%]<br>Share [%] |
|---|-------------------------|
| 1   | 2                       |
| 1. Materiały i przedmioty wybuchowe<br>1. Explosive substances and articles   | 0,95                    |
| 2. Gazy [kilogramy/litry]<br>2. Gases [kilograms/litres]  | 14,38/10,79             |
| 3. Materiały ciekłe zapalne<br>3. Flammable liquids   | 66,19                   |
| 4.1. Materiały stałe zapalne, materiały samoreaktywne oraz materiały samowybuchowe stałe odczulone<br>4.1. Flammable solids, self-reactive substances and solid desensitized explosives | 1,50                    |
| 4.2. Materiały samozapalne<br>4.2. Substances liable to spontaneous combustion  | 0,13                    |

| cd. tabeli 1<br>cont. table 1   |           |
|---|-----------|
| 1   | 2         |
| 4.3. Materiały wytwarzające w zetknięciu z wodą gazy palne<br>4.3. Substances which, in contact with water, emit flammable gase | 0,79      |
| 5.1. Materiały utleniające<br>5.1. Oxidizing substances   | 0,03      |
| 5.2. Nadtlenki organiczne<br>5.2. Organic peroxides   | 0,16      |
| 6.1. Materiały trujące<br>6.1. Toxic substances   | 0,30      |
| 6.2. Materiały zakaźne<br>6.2. Infectious substances  | 0,23      |
| 7. Materiały promieniotwórcze<br>7. Radioactive material  | pominięto |
| 8. Materiały żrące<br>8. Corrosive substances   | 1,62      |
| 9. Różne materiały/przedmioty niebezpieczne<br>9. Miscellaneous dangerous substances and articles                               | 2,93      |

Źródło: Michalik i in. [2009].

Source: Michalik et al. [2009].

Rosną potrzeby przewozu substancji niebezpiecznych, uwarunkowane m.in. rozwojem motoryzacji (przewozy paliw), ale niepokojący jest fakt wzrastania tego zjawiska w transporcie drogowym. Dane Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska z 2007 r. wykazują eksploatację około 13,7 tys. cystern kolejowych służących głównie do przewozu paliw płynnych, ropy naftowej oraz skroplonego propan-butanu (LPG). W transporcie drogowym wykorzystano m.in.: 830 pojemników do przewozu luzem, 199 zbiorników kriogenicznych, ok. 9,2 tys. kontenerów-cystern i cystern oraz ok. 6,2 tys. wiązek butli. Ograniczony zakres przewozów drogowych dotyczy towarów klasy 1 (wybuchowe). Liczba pojazdów, które są przeznaczone do przewozów tego typu jest niewielka. Przewozy wykonywane są głównie: w pobliżu kopalń i dotyczą surowców skalnych, rud metali, węgla kamiennego, w kopalniach węgla brunatnego oraz gazu ziemnego i ropy naftowej, w czasie wierceń poszukiwawczych [Michalik i in. 2009].

## **PRZEWÓZ TOWARÓW NIEBEZPIECZNYCH W WOJEWÓDZTWIE WARMIŃSKO-MAZURSKIM**

Województwo warmińsko-mazurskie, z uwagi na położenie geograficzne, stanowi ważny węzeł transgranicznego systemu komunikacyjnego. Po obu stronach granicy Federacji Rosyjskiej i Polski krzyżują się szlaki przewozów pasażerskich i towarowych. Transportem drogowym przewożone są różnorodne towary w znacznych ilościach, do których zaliczane są także materiały niebezpieczne, co w połączeniu z fatalnym stanem dróg, stanowi duże zagrożenie dla bezpieczeństwa.

Tranzytowe położenie Warmii i Mazur oraz rozwijająca się współpraca gospodarcza krajów prowadzi do zwiększenia intensywności przewozów w transporcie drogowym i kolejowym, a co się z tym wiąże, także do zwiększenia ryzyka powstania zagrożenia. Transport drogowy towarów niebezpiecznych odbywa się w regionie niemal po wszystkich drogach. Najbardziej eksploatowane są jednak trasy będące połączeniem największych ośrodków przemysłowych oraz te, które prowadzą do przejść granicznych [Kołodziński 2006].

Do najważniejszych szlaków komunikacyjnych województwa zalicza się:

- drogę krajową nr 7 (powiat nidzicki, olsztyński, ostródzki, elbląski);
- drogę krajową nr 16 (powiat iławski, ostródzki, olsztyński, mrągowski, piski, ełcki);
- drogę krajową nr 51 (powiat olsztyński, lidzbarski, bartoszycki, po przejściu granicznym w Bezledach);
- drogę krajową nr 15 (powiat nowomiejski, iławski, ostródzki, do krajowej 16 w Ostródzie);
- drogę krajową nr 53 (powiat szczycieński, olsztyński do krajowej 16 w Ostródzie). [bip.BIULETYN...2011].

Zagrożenie na drogach województwa warmińsko-mazurskiego wzrasta szczególnie w czasie zimy (warunki klimatyczne) oraz w okresie letnim, gdy zaczyna się sezon turystyczny. W wyniku uszkodzeń pojazdów transportujących towar niebezpieczny, często dochodzi do wypadków i katastrof w komunikacji drogowej. Są one powodowane złym stanem nawierzchni drogowych oraz innych elementów infrastruktury drogowej takich jak mosty czy wiadukty. Brak obwodnic jest częstym powodem przewozu materiałów niebezpiecznych przez centra miast, co może skutkować poważnym zagrożeniem w przypadku zaistnienia sytuacji niebezpiecznej [Przedsiębiorstwo Projektowo-Wdrożeniowe... 2011].

W tabeli 2 przedstawiono zestawione dane liczbowe ładowanych, rozładowanych oraz przewożonych towarów niebezpiecznych w województwie warmińsko-mazurskim w latach 2007–2010, z uwzględnieniem masy w tonach i litrach (dla gazów).

Tabela 2. Ilość przewożonych towarów niebezpiecznych w latach 2007–2010 (załadunek, rozładunek i przewóz)

Table 2. Quantity of carried dangerous goods in the years 2007–2010 (loading, unloading and carriage)

| Lata<br>Years                   | 2007        | 2008      | 2009        | 2010        |
|---------------------------------|-------------|-----------|-------------|-------------|
| Załadunek [t]<br>Loading [t]    | 274 070,4   | 272 526,6 | 1 239 562,0 | 285 339,5   |
| Rozładunek [t]<br>Unloading [t] | 476 980,6   | 303 105,4 | 1 281 411,4 | 1 550 728,9 |
| Przewóz [t]<br>Carriage [t]     | 553 696,8   | 360 130,3 | 1 355 296,2 | 403 738,0   |
| Razem:<br>Total:                | 1 304 747,8 | 935 762,3 | 3 876 269,6 | 2 239 806,4 |

*Źródło:* Dane uzyskane od Wojewody Warmińsko-Mazurskiego ze sprawozdań doradców do spraw bezpieczeństwa w zakresie przewozu drogowego towarów niebezpiecznych za lata 2007–2010.

*Source:* Data obtained from the office of the Provincial Governor of Warmia and Mazury from reports of safety advisers for carriage of dangerous goods by road for the years 2007–2010.

Jak wynika z tabeli 2 w kolejnych latach następował wzrost liczby przewożonych towarów. Szczególnie dotyczy to roku 2009, w którym na terenie województwa załadowano, rozładowano i przewieziono prawie czterokrotnie więcej substancji niebezpiecznych niż w roku 2008. Większa liczba takich towarów zwiększa ryzyko zajścia niebezpiecznych zdarzeń z ich udziałem, które mogą skutkować poważnymi zagrożeniami.

Tabela 3. Ilość towarów niebezpiecznych w latach 2007–2010 (załadowanie, rozładunek i przewóz)  
Table 3. Quantity of dangerous goods in the years 2007–2010 (loading, unloading and carriage)

| Lata<br>Years  | 2007       | 2008       | 2009      | 2010      |
|--|------------|------------|-----------|-----------|
| Załadowanie [w tys. litrów]<br>Loading [in thousand litres]  | 8 424,9    | 10 473,3   | 6 803,2   | 1 471,8   |
| Rozładunek [w tys. litrów]<br>Unloading [in thousand litres] | 550 667,5  | 773 206,3  | 805 714,9 | 11 800,1  |
| Przewóz [w tys. litrów]<br>Carriage [in thousand litres]     | 36 265,5   | 6 170,9    | 6 575,5   | 1 899,6   |
| Razem:<br>Total:   | 595 357,99 | 789 850,50 | 819 093,6 | 15 171,50 |

*Źródło:* Dane uzyskane od Wojewody Warmińsko-Mazurskiego ze sprawozdań doradców do spraw bezpieczeństwa w zakresie przewozu drogowego towarów niebezpiecznych za lata 2007–2010.

*Source:* Data obtained from the office of the Provincial Governor of Warmia and Mazury from reports of safety advisers for carriage of dangerous goods by road for the years 2007–2010.

Ilość przewożonych substancji klasy 2, czyli gazów, mierzona w litrach, przewożona w roku 2010 znacznie spadła w stosunku do lat poprzednich (tab. 2).

## RODZAJE ZDARZEŃ NIEPOŻĄDANYCH

W systemie transportowym można wyróżnić następujące zdarzenia powodujące nadzwyczajne zagrożenie dla ludzi, środowiska i infrastruktury [Durski 2008]:

- stratę – utratę życia lub uszczerbek na zdrowiu, szkody w środowisku naturalnym, zniszczenie środków pracy, uszczerbek ekonomiczny;
- zagrożenie zwyczajne – sytuacje w środowisku technicznym lub przyrodzie mogące wywołać straty;
- katastrofę – nagłe zdarzenia, niedające się opanować miejscowymi środkami, wynikające z niekontrolowanych procesów w czasie transportu, które mogą prowadzić do powstania strat i zagrożenia dla człowieka;
- wypadek – zagrożenie dające opanować się lokalnymi środkami;
- incydent – wypadki niepowodujące strat;
- awarię – zmiany niekontrolowane, których efektem są straty w działalności przemysłowej.

## PIERWOTNE PRZYCZYNY ZAGROŻEŃ

Bezpośrednią przyczynę wydarzenia łatwo ustalić po jego zajściu dzięki właściwej dokumentacji i analizie przebiegu sytuacji. W przypadku awarii i wypadków bardzo istotne są ich przyczyny pierwotne, które stanowią podstawowy czynnik prowadzący do powstania zdarzenia. Przyczyn pierwotnych należy zwykle szukać w stosowanych rozwiązaniach konstrukcyjnych i zasadach obsługi systemu.

Najczęściej przyczyną zdarzeń bezpośrednich są błędy ludzkie prowadzące do awarii. Jednak często to zdarzenia pierwotne odgrywają bardziej istotną rolę w ich powstaniu. Za przyczyny pierwotne można przyjąć niewłaściwe sposoby organizacji i planowania procesu transportu, a także obsługę systemu transportowego. Do głównych grup przyczyn pierwotnych prowadzących do zagrożenia można zaliczyć [Durski 2008]:

- a) błędy podczas projektowania i konstruowania systemu (np. błędne założenia i niewłaściwie dobrane procesy technologiczne);
- b) błędy w czasie odbioru systemu transportowego do użytku (np. nieodpowiednia lub niepełna dokumentacja, nieprawidłowe instalowanie sprzętu);
- c) nieodpowiednie procedury obsługi systemu transportowego (np. błędne wykonywanie zadań, niezrozumiałe procedury i instrukcje);
- d) błędy związane z informacją (np. brak dostępu do poprawnej informacji, złe zasady przekazu i przyjęcia informacji);
- e) błędy związane z personelem (np. nieodpowiednie kwalifikacje lub ich brak, zbyt krótki czas na wykonanie zadania, brak umiejętności z zakresu wykonywanego zadania);
- f) błędy w zarządzaniu (np. brak koordynowania działań, niewłaściwy wybór działań);
- g) niewystarczające rozwiązania organizacyjne (np. niewłaściwa lokalizacja urządzeń).

## PRZYCZYNY ZDARZEŃ WEDŁUG TDT

Transportowy Dozór Techniczny (TDT) nadzoruje większość ciśnieniowych urządzeń technicznych, które są stosowane w transporcie materiałów niebezpiecznych. Przyjęto podział zdarzeń na nieszczęśliwe wypadki oraz niebezpieczne uszkodzenia. Przez nieszczęśliwe wypadki rozumie się nagle wypadki ze skutkiem śmiertelnym lub obrażeniami ciała osób zajmujących się badaniem, naprawą, montażem lub eksploatacją urządzeń technicznych. Niebezpiecznymi uszkodzeniami są natomiast nieprzewidziane uszkodzenia urządzeń technicznych, których skutkiem jest brak możliwości dalszego eksploataowania urządzenia lub dalsza jego eksploatacja może prowadzić do zagrożenia życia, zdrowia lub mienia czy środowiska.

TDT rejestruje wypadki i awarie zbiorników transportowych materiałów niebezpiecznych. Dane opracowane na podstawie rejestrów z lat 2005–2007 zawarto w tabeli 4. Dotyczą one zdarzeń, do których doszło w transporcie drogowym w związku z przewozem towarów niebezpiecznych, z wyszczególnieniem ich przyczyn dla poszczególnych rodzajów przewożonych środków.

Tabela 4. Liczba awarii na podstawie rejestru TDT w latach 2005–2007

Table 4. Number of failures based on the TDT (Transportation Technical Supervision) register in the years 2005–2007

| Rodzaj zbiornika<br>transportowego<br>Type of transportation tanker   | Liczba zdarzeń wg poszczególnych rodzajów przyczyn<br>Number of events according to individual types of causes |                         |                           |                                     |                            |               | Razem<br>Total |
|---|--|-------------------------|---------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---------------|----------------|
|   | konstrukcyjne<br>structural  | materiałowe<br>material | wykonawcze<br>workmanship | eksploatacyjne                      |                            |               |                |
|   |  |                         |                           | wady obsługi<br>operation<br>faults | konserwacja<br>maintenance | inne<br>other |                |
| Pojazdy – cysterny<br>Tanker  | 0  | 0                       | 1                         | 27                                  | 13                         | 96            | 137            |
| MEGC – wieloelementowe<br>kontenery do gazu<br>MEGCs – multi-element<br>gas containers  | 0  | 0                       | 0                         | 1                                   | 0                          | 0             | 1              |
| Urządzenia do napełniania<br>i opróżniania zbiorników<br>transportowych<br>Equipment for filling and<br>emptying transportation tankers | 0  | 0                       | 0                         | 0                                   | 1                          | 0             | 1              |
| Razem:<br>Total:  | 0  | 0                       | 1                         | 28                                  | 14                         | 96            | 139            |

Źródło: Michalik i in. [2009].

Source: Michalik et al. [2009].

Objaśnienia do tabeli:

Explanation of the table:

- zdarzenia konstrukcyjne – błąd w projekcie lub jego niezgodność z przepisami i normami, niewłaściwie dobrane wyposażenie lub materiały;
- event design – error in the project or lack of compliance with regulations and standards, incorrectly specified equipment or materials;
- zdarzenia materiałowe – ukryte wady materiałów, których nie da się wykryć za pomocą stosowanych metod kontrolno-badawczych;
- event material – material hidden defects, which can not be detected by the methods of control and research;
- zdarzenia wykonawcze – niezgodność technologii wytwarzania z projektem, wady montażowe, spawalnicze;
- implementing an event – non-compliance with the design manufacturing technologies, installation defects, welding;
- wady obsługi – niewłaściwe kwalifikacje obsługi lub ich brak, nieprzestrzeganie przepisów ruchu drogowego, prędkość jazdy nieodpowiednia do stanu drogi lub panujących warunków atmosferycznych, niestosowanie się do instrukcji obsługi;
- disadvantages of use – inappropriate qualifications or lack of maintenance, failure to comply with traffic speed inappropriate for the state of the road or weather conditions, failure to comply with the manual;



- wady konstrukcji – niewłaściwa konserwacja (termin i zakres przeglądów), stosowanie nieodpowiednich części wymiennych;
- construction defects – improper maintenance (timing and scope of reviews), use of inappropriate spare parts;
- inne zdarzenia – sytuacje niedające się przewidzieć.
- other events – situations which can not be predicted.

Dane z tabeli 4 wskazują, iż zdarzenia awaryjne w drogowym transporcie towarów niebezpiecznych w prawie 100% powstają z przyczyn eksploatacyjnych. Należy przy tym zwrócić uwagę na dużą liczbę (aż 96) przyczyn „innych”, czyli sytuacji niemożliwych do przewidzenia [Michalik i in. 2009]. Mogą nimi być: stan tras drogowych – zły stan techniczny nawierzchni, warunki techniczne nieodpasowane do kategorii drogi, brak odpowiedniej liczby parkingów specjalnie przystosowanych dla pojazdów transportujących towar niebezpieczny (w całym województwie warmińsko-mazurskim jest ich zaledwie 5). Nieprzestrzeganie przepisów ruchu drogowego i nadmierna prędkość także tworzą sytuacje, które mogą doprowadzić do zdarzeń o tragicznych skutkach. Dlatego też konieczne jest tworzenie charakterystyk potencjalnie możliwego wystąpienia katastrofy transportowej w regionie, szczególnie tam gdzie ruch tranzytowy i turystyczny jest duży. Dzięki takim charakterystykom łatwiej opracować plan reagowania kryzysowego, który określi skutki, jakie niesie ze sobą potencjalna katastrofa. Skutki takie dotyczą życia i zdrowia ludzi, zwierząt, mienia i środowiska. Wynikiem takich zdarzeń może być m.in. skażenie powietrza, skażenie wód gruntowych i powierzchni ziemi, zniszczenie mienia o dużej wartości, a także zakłócenie funkcjonowania gospodarki, a takich sytuacji należy unikać i zapobiegać im w możliwie maksymalnym stopniu.

## SYSTEM INFORMACJI GEOGRAFICZNEJ

Komputerowy system wspomagający tworzenie, przechowywanie i analizowanie baz danych o charakterze przestrzennym, którym jest GIS prezentuje wszystkie elementy świata rzeczywistego m.in. w formie map, rysunków czy planów, przyporządkowując każdemu z nich określoną postać graficzną. Systemy te pozwalają na opis, wyjaśnienie oraz przewidywanie rozkładu danego zjawiska geograficznego w przestrzeni [Gotlib i in. 2007].

Systemy informacji geograficznej znalazły zastosowanie w większości dziedzin życia. Korzystanie z GIS pomaga rozwiązywać zarówno proste, jak i bardzo skomplikowane zadania. W życiu codziennym jest on wykorzystywany do zadań praktycznych, natomiast zastosowania specjalistyczne wiążą się z opracowaniami i analizami rozpatrywanych zmian dotyczących konkretnych uwarunkowań. W tabeli 5 przedstawiono możliwości zastosowań systemów informacyjnych w różnych branżach.

Tabela 5. Zastosowanie systemów informacji geograficznej  
 Table 5. Use of geographical information systems

| Dziedzina<br>Field   | Zastosowanie<br>Use  |
|--|--|
| 1  | 2  |
| Banki i instytucje<br>finansowe<br>Banks and financial<br>institutions | <ul style="list-style-type: none"> <li>– analiza rozmieszczenia klientów</li> <li>– analysis of customer distribution</li> <li>– analiza wpływu lokalizacji placówki na jej działalność</li> <li>– analysis of the effect of branch location on its activity</li> <li>– ocena penetracji rynku, udziału w rynku</li> <li>– evaluation of market penetration, market share</li> <li>– analiza informacji o konkurencji</li> <li>– analysis of information on competition</li> <li>– wspomaganie wyboru lokalizacji nowej placówki</li> <li>– aid in the choice of new branch location</li> <li>– analiza zachowań klientów, badania demograficzne i marketingowe, marketing precyzyjny</li> <li>– analysis of customer behaviour, demographics and marketing research, precision marketing</li> <li>– udostępnienie klientom możliwości wyszukania placówek i bankomatów na interaktywnych mapach w Internecie</li> <li>– making available to customers the possibility of finding branches and ATMs in interactive maps on the Internet</li> </ul> |
| Nieruchomości<br>Real estate   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– ewidencja gruntów i budynków</li> <li>– Land and Property Register</li> <li>– prezentacja lokalizacji i jej otoczenia klientowi</li> <li>– presentation of the location and its surroundings to the customer</li> <li>– wybór lokalizacji i jej ocena</li> <li>– choice of location and its evaluation</li> </ul>   |
| Telekomunikacja<br>Telecommunications                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– projektowanie i utrzymywanie sieci</li> <li>– design and maintenance of networks marketing</li> <li>– marketing zarządzanie kontaktem z klientem</li> <li>– management of contact with the customer</li> <li>– planowanie lokalizacji stacji bazowych telefonii komórkowej</li> <li>– planning the location of mobile telephony base stations</li> <li>– serwisy usługowe dla telefonii komórkowej</li> <li>– service centres for mobile telephony</li> </ul>   |
| Handel<br>Trade  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– marketing bezpośredni i marketing precyzyjny</li> <li>– direct marketing and precision marketing</li> <li>– wybór lokalizacji punktu sprzedaży</li> <li>– choice of retail outlet location</li> <li>– analiza rynku i konkurencji</li> <li>– analysis of the market and competition</li> <li>– alokacja zasobów w sieci handlowej</li> <li>– resource allocation in a retail network</li> </ul>   |
| Górnictwo<br>Mining  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– poszukiwanie złóż</li> <li>– search for deposits</li> <li>– zarządzanie infrastrukturą kopalni</li> <li>– management of mine infrastructure</li> <li>– monitoring wpływu na środowisko monitoring of environmental effects</li> <li>– projektowanie i monitorowanie rekultywacji</li> <li>– design and monitoring of land reclamation</li> </ul>  |

cd. tabeli 5  
cont. table 5

| 1  | 2  |
|--|--|
| Transport<br>Transport                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>– planowanie, projektowanie i utrzymanie sieci transportowej (dróg i kolei)</li> <li>– planning, design and maintenance of the transport network (roads and railways)</li> <li>– planowanie operacji logistycznej</li> <li>– planning of a logistical operation</li> <li>– lokalizacja pojazdów w czasie rzeczywistym</li> <li>– real-time vehicle location</li> <li>– planowanie połączeń i tras dla transportu publicznego</li> <li>– planning connections and routes for public</li> <li>– transport analiza ruchu pasażerskiego i towarowego</li> <li>– analysis of passenger and freight traffic</li> </ul>  |
| Ochrona zdrowia<br>Health protection           | <ul style="list-style-type: none"> <li>– studia epidemiologiczne (lokalizacja przypadków zachorowań, zasięg epidemii)</li> <li>– epidemiological studies (location of cases, scope of the epidemic)</li> <li>– optymalizacja rozmieszczenia placówek służby zdrowia</li> <li>– optimization of health service facility distribution</li> <li>– możliwość lokalizacji najbliższej placówki za pomocą Internetu czy serwisu komórkowego</li> <li>– possibility of locating the nearest facility via the Internet or a mobile service</li> </ul>  |
| Walka z przestępczością<br>Fight against crime | <ul style="list-style-type: none"> <li>– przestrzenna analiza występowania przestępstw</li> <li>– spatial analysis of the occurrence of crimes</li> <li>– lokalizacja jednostek patrolowych w czasie rzeczywistym</li> <li>– real-time location of patrolling units</li> </ul>   |
| Archeologia<br>Archaeology                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>– dokumentowanie znalezisk</li> <li>– documentation of finds</li> <li>– integracja i analiza informacji pochodzącej z różnych źródeł (map historycznych, topograficznych, zdjęć lotniczych i satelitarnych)</li> <li>– integration and analysis of information originating from different sources (historical, topographical maps, aerial and satellite images)</li> <li>– tworzenie modeli prognozujących możliwość wystąpienia znalezisk</li> <li>– creation of models forecasting the possibility of finds occurring</li> <li>– udostępnianie informacji o obiektach archeologicznych</li> <li>– making available information on archaeological objects</li> </ul>   |
| Rolnictwo<br>Agriculture                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>– dobór odpowiednich upraw</li> <li>– selection of appropriate crops</li> <li>– szacowanie plonów</li> <li>– estimation of yields</li> <li>– rolnictwo precyzyjne (dzięki połączeniu GPS i GIS pozyskiwane są w gospodarstwach informacje np. o występowaniu szkodników, chorobach, wilgoci itp. i wykorzystywane następnie do precyzyjnego wykonywania zabiegów agrotechnicznych)</li> <li>– precision agriculture (thanks to a combination of GPS and GIS, information is acquired on a farm scale e.g. on the occurrence of pests, on diseases, humidity, etc. and used for precise performance of agrotechnical measures)</li> <li>– przeciwdziałanie erozji wodnej</li> <li>– prevention of water erosion</li> <li>– kartografia gleboznawcza</li> <li>– soil science cartography</li> <li>– zarządzanie subsydiami</li> <li>– subsidy management</li> </ul> |

cd. tabeli 5  
cont. table 5

| 1   | 2   |
|---|---|
| Leśnictwo<br>Forestry   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– inwentaryzacja zasobów</li> <li>– resource inventory</li> <li>– planowanie i zarządzanie</li> <li>– planning and management</li> <li>– ochrona przeciwpożarowa fire protection</li> <li>– walka ze szkodnikami</li> <li>– pest control</li> <li>– planowanie udostępniania lasu</li> <li>– planning for making the forest available</li> </ul>   |
| Zarządzanie<br>sytuacjami<br>nadzwyczajnym<br>i kryzysowym<br>Management<br>of emergency<br>and crisis situations | <ul style="list-style-type: none"> <li>– ocena ryzyka dla ludzi i obiektów</li> <li>– evaluation of risk for people and facilities</li> <li>– ocena skali i zasięgu zagrożeń</li> <li>– evaluation of the scale and extent of dangers</li> <li>– monitorowanie rozprzestrzeniania się zagrożeń</li> <li>– monitoring the spread of dangers</li> <li>– sporządzanie planów działań</li> <li>– preparation of action plans</li> <li>– koordynacja akcji ratunkowych</li> <li>– coordination of rescue operations</li> </ul> <p style="text-align: right;">szacowanie strat estimation of losses</p> |

*Źródło:* opracowanie własne na podstawie Drzewieckiego [2011]

*Source:* own work on the basis of Drzewiecki [2011].

Mapy numeryczne, będące zasadniczym elementem systemu GIS, tworzą zasób informacyjny, który zawiera umiejscowienie i kształt geometryczny obiektów fizycznych (informacje graficzne) wraz z informacjami opisowymi charakteryzującymi, np. informacje o rzeźbie terenu, o obiektach naturalnych, infrastrukturze podziemnej i naziemnej oraz obiektach terenowych o istotnym znaczeniu dla planowania i prowadzenia działań ratowniczych, a także prognozowania i likwidacji skutków katastrof, klęsk żywiołowych i innych nadzwyczajnych zagrożeń.

W trakcie ustalania stopnia zagrożenia i koordynacji działań ratowniczych szczególne znaczenie mają analizy realizowane na danych wektorowych reprezentujących różnorakie sieci, np. sieć drogową, kolejową czy sieci uzbrojenia terenu (wodociagową, gazową, ciepłowniczą, energetyczną itp.). W skład sieci wchodzi zasadniczo dwa typy obiektów:

- krawędzie (łuki) reprezentujące liniowe obiekty sieci, takie jak odcinki drogi odcinki wodociągów itd.,
- węzły reprezentujące punktowe obiekty sieci, a więc takie obiekty, jak skrzyżowania sieci drogowej, urządzenia typu zasuwa w sieci wodociagowej itd. [Betliński i Kołodziński 2004].

System GIS umożliwia także realizację analiz sieciowych, np. wyznaczenie najkrótszej trasy objazdu, czy wyznaczenie „blokad”. Analiza taka realizowana jest najczęściej na sieciach drogowych, a jej rezultatem powinno być wyznaczenie wszystkich skrzyżowań odległych nie mniej niż zadana wielkość od miejsca wypadku czy skażenia.

Oszacowanie skutków uwolnień w procesie przewozu substancji niebezpiecznych wymaga następujących danych:

- właściwości fizycznych i chemicznych transportowanych substancji oraz danych dotyczące zbiorników, rurociągów, kontenerów itp.;
- zidentyfikowania materiałów, które są groźne dla zdrowia i środowiska naturalnego po natychmiastowym niekontrolowanym uwolnieniu;
- warunków magazynowania lub przewozu materiałów (np. temperatura, ciśnienie);
- ilości ładunku;
- podania charakterystyki danego rodzaju transportu;
- warunków meteorologicznych na trasie całego transportu (włączając kierunek i siłę wiatru, kategorie stabilności atmosfery);
- topograficznej charakterystyki obszaru – z uwzględnieniem naturalnego ukształtowania terenu oraz działalności ludzkiej;
- zagospodarowania i stopnia urbanizacji terenów dookoła szlaków przewozowych (budynki mieszkalne, szkoły, szpitale, fabryki) [Borysiewicz i Furtek 2005].

Bardzo istotną sprawą jest prognozowanie zagrożeń, projektowanie nowych tras transportu z udziałem substancji niebezpiecznych, a także określenie wpływu na środowisko nowych szlaków transportowych. Ogólny algorytm obliczeń prawdopodobieństwa wystąpienia wypadku transportowego o poważnych skutkach wymaga wyznaczenia strefy bliskiej i odległej, na które składają się strefy: bezpośrednio zagrożone, strefy buforowe, obszary widoczności czy strefy skażenia (w odniesieniu do rozważanych odcinków dróg); podziału drogi na odcinki, podziału gęstości zaludnienia na grupy, opisu otoczenia szlaków drogowych, wyznaczenia intensywności i struktury ruchu drogowego, podziału na grupy możliwych scenariuszy awaryjnych, wyznaczenia częstości wypadków z udziałem niebezpiecznych materiałów w poszczególnych grupach czy obliczenia prawdopodobieństwa każdego scenariusza awaryjnego.

## WNIOSKI

Powodów awarii z udziałem substancji niebezpiecznych może być wiele. Większość z nich należy do grupy „innych zdarzeń”, co często oznacza przyczyny trudne do zidentyfikowania. Czynniki ludzkie jest szczególnie obciążony dużym ryzykiem. W przypadku tego typu zdarzeń transportowych jest przydatny system informacji geograficznej. Może stanowić podstawową pomoc w działaniach zapobiegawczych, wspomagających i zmniejszających skutki zdarzeń, do których dochodzi lub może dojść. Dzięki niemu możliwe jest wykonywanie analiz przestrzennych miejsca zdarzenia w czasie trwającej akcji ratowniczej, prowadzenie rejestru zdarzeń w transporcie, dokonanie symulacji rozchodzenia się skażonej chmury, zasięgu zagrożenia czy położenia jednostek medycznych wysłanych w celach ratowniczych.

## PISMIENICTWO

- Betliński G., Kołodziński E., 2004. Wykorzystanie map numerycznych we wspomaganiu kierowania działaniami ratowniczymi. *Przegląd Pożarniczy*, nr 3, 22–25.
- Bip. BIULETYN INFORMACJI PUBLICZNEJ. Warmińsko-Mazurski Urząd Wojewódzki w Olsztynie, <http://www.bip.uw.olsztyn.pl>, dostęp: 14.01.2011 r.
- Borysiewicz M., Furtek A., 2005. Podstawy analiz ryzyka i zarządzania ryzykiem w odniesieniu do awarii transportowych. Prezentacja – szkoła tematyczna „Zarządzanie Zagrożeniami dla Zdrowia i Środowiska”, 26–30.09.2005.
- Durski W., 2008. Identyfikacja przyczyn pierwotnych powstawania zagrożeń a transporcie materiałów niebezpiecznych. *Zeszyty naukowe Politechniki Poznańskiej nr 63. Maszyny Robocze i Transport*. 63, 91–96.
- Drzewiecki W., 2011. Systemy Informacji Geograficznej, <http://home.AkademiaGorniczoHutnicza.edu.pl/awrobel/resources/GIS%20w%20skrocie.pdf>, dostęp: 02.08.2011.
- Gotlib D., Iwaniak A., Olszewski R., 2007. GIS. Obszary zastosowań. PWN, Warszawa.
- Kołodziński E., 2006. Wprowadzenie do projektowania systemu bezpieczeństwa Regionu Warmińsko-Mazurskiego. Referat na IV Międzynarodową Konferencję Naukową pt. Zarządzanie kryzysowe, Szczecin 23.06.2006 r.
- Którędy droga? Raport o tym, jak odblokować inwestycje drogowe w Polsce, 2009, [http://www.PricewaterhouseCoopers.com/pl/pl/publikacje/raport\\_ktoredy\\_droga\\_final.pdf](http://www.PricewaterhouseCoopers.com/pl/pl/publikacje/raport_ktoredy_droga_final.pdf), dostęp: 02.08.2011.
- Litwin L., Myrda G., 2005. Systemy Informacji Geograficznej. Zarządzanie danymi przestrzennymi w GIS, SIP, SIT, LIS. Wydawnictwo Helion.
- Michalik J. S., Gajek A., Grzegorzczak K.I in.; 2009. Zagrożenia poważnymi awariami w transporcie drogowym niebezpiecznych chemikaliów w Polsce, *Bezpieczeństwo Pracy* 10, 14–17, [www.biop.pl/36065](http://www.biop.pl/36065), dostęp: 10.05.2011.
- Przedsiębiorstwo Projektowo-Wdrożeniowe INFOKART S.A., <http://www.infocorp.com.pl>, dostęp: 14.01.2011.
- Zbiorcze zestawienie wojewody warmińsko-mazurskiego ze sprawozdań doradców do spraw bezpieczeństwa w zakresie przewozu drogowego towarów niebezpiecznych za lata 2007–2010 (maszynopis).

## USE OF THE GIS PLATFORM IN CRISIS MANAGEMENT

**Abstract.** The aim of the paper is to present the types of unwanted events which may occur in connection with the loading, unloading and carriage of dangerous substances. There is an analysis of the causes of such events and analysis of the quantity and structure of carried goods. The final chapter focuses on the possibilities of using a geographical information system, with special consideration given to situations connected with risk during the carriage of such substances.

**Key words:** dangerous situations, carriage of dangerous goods, geographical information system.

Zakceptowano do druku – Accepted for print: 30.11.2011