

Marian KOPCZEWSKI*
Krzysztof PAJĄK

TWORZENIE MAP RYZYKA I MAP PODATNOŚCI JAKO ELEMENTU SYSTEMU ZARZĄDZANIA KRYZYSOWEGO

Zgodnie z zapisami ustawy o zarządzaniu kryzysowym istotnym elementem krajowego, wojewódzkiego, powiatowego i gminnego planu zarządzania kryzysowego jest stworzenie mapy zagrożeń i mapy ryzyka. Przydatnym elementem w zarządzaniu kryzysowym są też mapy podatności, która określa wzajemną zależność, wrażliwość i odporność społeczności lokalnej oraz środowiska na zagrożenia. Niniejszy artykuł opisuje sposób tworzenia map ryzyka i map podatności.

Słowa kluczowe: zarządzanie kryzysowe, identyfikacja zagrożeń, ryzyko, mapa zagrożeń, mapa ryzyka, mapa podatności

WSTĘP

Zagrożenia techniczne, w tym pożary, wybuchy, uwolnienia substancji niebezpiecznych oraz zagrożenia naturalne są, wpisane w nasze życie i wraz z rozwojem cywilizacyjnym zwiększa się ich ilość. Zagrożenia posiadają lokalne właściwości i zależą od lokalnych charakterystyk, zarówno przestrzeni cywilizacyjnej, jak i naturalnej. Identyfikacji zagrożeń i związanego z nimi ryzyka nie da się oderwać od zbadania i opisanie cech, charakteryzujących rozważaną społeczność lokalną, jej przestrzeń cywilizacyjną oraz związane z nią środowisko naturalne [1]. W celu ograniczenia skutków dla życia ludzi, mienia i środowiska, wynikających z zagrożeń technicznych i naturalnych, tworzy się plany zarządzania kryzysowego na poziomie krajowym, wojewódzkim, powiatowym i gminnym. Zgodnie z art. 5 punkt 2 ustawy o zarządzaniu kryzysowym, w skład planów zarządzania kryzysowego wchodzi charakterystyka zagrożeń, ocena ryzyka ich wystąpienia oraz mapy zagrożeń i mapy ryzyka. Warto takie plany uzupełniać o mapy podatności, gdyż zagrożenia posiadają lokalne właściwości. Mapy ryzyka i mapy podatności służą do szacowania ryzyka i zarządzania nim tak, aby ochronić społeczność, mienie, a także środowisko naturalne i ograniczyć straty dla skarbu państwa.

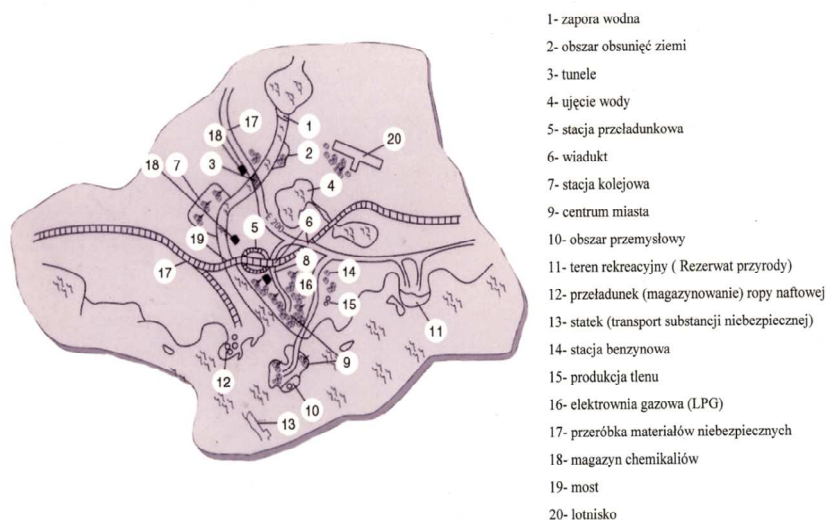
* prof. dr hab. inż. Marian KOPCZEWSKI, mgr inż. Krzysztof PAJĄK – Wydział Studiów Społecznych Wyższej Szkoły Bezpieczeństwa w Poznaniu

1. MAPA ZAGROŻEŃ

Warto uzmysłowić sobie, jakie obiekty najczęściej stwarzają zagrożenia i jakie są to niebezpieczeństwa. Obiekty stwarzające zagrożenie, podobnie jak zagrożenia potencjalne, nazywa się źródłami ryzyka (rys. 1).

Identyfikacja zagrożeń oparta jest o informacje dotyczące:

- sieci dróg, linii kolejowych, korytarzy powietrznych;
- budynków (szpitale, szkoły, hotele itp.);
- sklepów, supermarketów, stacji benzynowych;
- obszarów przemysłowych, doków, terminali, stacji przeladunkowych, linii wysokiego napięcia;
- gazociągów, kopalń, zbiorników;
- obszarów zalewowych, osunięć ziemi, szkód wyrządzonych przez wiatr;
- planów zagospodarowania przestrzennego;
- obszarów o specjalnym znaczeniu i wymagających specjalnej ochrony, w tym: lista firm znajdujących się na analizowanym terenie; spis materiałów niebezpiecznych, składowanych w dużych ilościach; transport materiałów niebezpiecznych, statystyki oraz informacje na temat wypadków w komunikacji; informacje o liczbie mieszkańców i pracowników zatrudnionych w przemyśle.



Rys. 1. Mapa źródeł ryzyka

Źródło: UNEP-APELL, *Hazard Identification And Evaluation In A Local Community*, UNEP-IE, APELL Technical Report, 12 (with support of Swedish government) 1988

Mapa zagrożeń służy do zobrazowania zidentyfikowanych przez zespół źródeł ryzyka na rozpatrywanym obszarze.

Najlepszym rozwiązaniem jest powołanie Zespołu ds. Identyfikacji Zagrożeń, składającego się z:

- przedstawiciela władzy lokalnej;
- przedstawicieli przemysłu;
- przedstawicieli społeczności lokalnej;

- przedstawiciele służb, inspekcji i straży, firm ubezpieczeniowych, osób odpowiedzialnych za bezpieczeństwo obywateli lub przynajmniej ryzyko;
- przedstawiciele mass mediów.

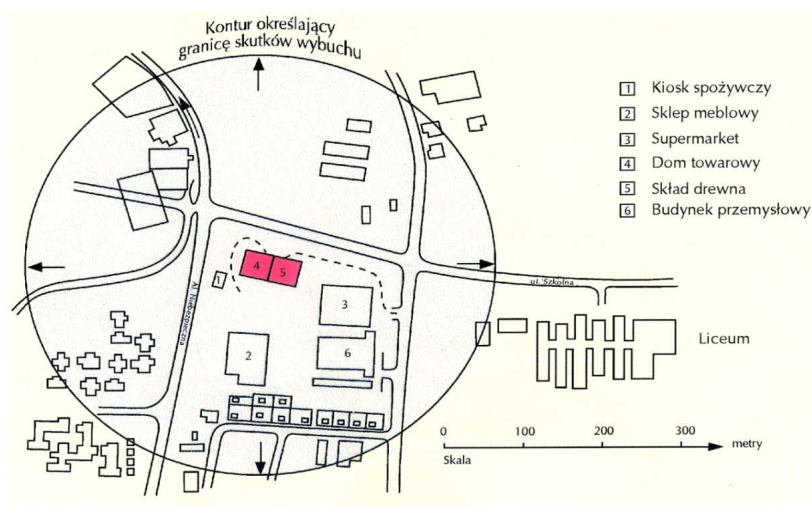
Zespół powinien określić, które obiekty stanowią ryzyko oraz które zagrożenia należy uwzględnić, a które pominąć. Jakie obszary można wziąć pod uwagę (należy przy tym pamiętać, że źródła zagrożeń mogą znajdować się poza obszarem)? Jakie kryteria powinny być zastosowane w celu określenia, w jakich przypadkach potencjalny wypadek należy uważać za zdarzenie duże (trudne)?

2. MAPA RYZYKA

Mapa ryzyka to mapa przedstawiająca potencjalnie negatywne skutki oddziaływania zagrożenia na ludzi, środowisko, mienie i infrastrukturę. Tworzenie warstw mapy cyfrowej dotyczących różnych danych pozwala na analizę ryzyka z nimi związanego, tworzenie izotret, a tym samym map ryzyka. Tworzenie tego typu map może dotyczyć jednego zagrożenia lub kilku wybranych, a dzięki technice cyfrowej nałożonych na siebie. Taka analiza pozwala na badanie ryzyka w różnym układzie współzależności, co znakomicie ułatwia jego hierarchizację i określenie wielkości skutków (rys. 2).

Kroki w tworzeniu mapy ryzyka są następujące:

- zidentyfikowanie obiektów ryzyka;
- określenie ilości i rodzajów substancji niebezpiecznych;
- określenie możliwych do zaistnienia subscenariuszy;
- określenie prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń niekorzystnych (np. na podstawie statystyk Państwowej Straży Pożarnej, Policji itp.);
- obliczenie stref ryzyka dla danych subscenariuszy (do obliczeń możemy wykorzystywać określone metody, np. do obliczenia zasięgów wybuchu: metody CCPS 1994, CCPS 1989, metoda równoważnika TNT lub użyć programów komputerowych tj. ALOHA);
- oszacowanie skali skutków.



Rys. 2. Mapa ryzyka i prawdopodobny zasięg skutków wybuchu

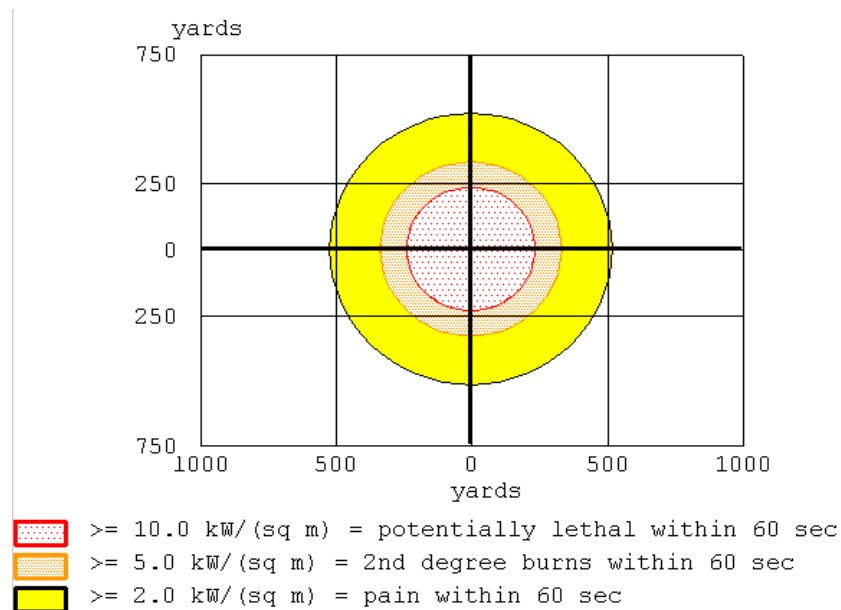
Źródło: UNEP-APELL, *Hazard Identification And Evaluation In A Local Community*, UNEP-IE, APELL Technical Report, 12 (with support of Swedish government) 1988

Na podstawie określonego prawdopodobieństwa i obliczonych skutków możemy zhierarchizować ryzyko na danym obszarze i zbudować matrycę ryzyka.

2.1. Program ALOHA

ALOHA jest aplikacją komputerową zaprojektowaną specjalnie dla osób zajmujących się modelowaniem uwolnień substancji chemicznych, jak również dla osób planujących i szkolących służby odpowiedzialne za usuwanie skutków nagłego zdarzenia z użyciem substancji chemicznych (rys. 3).

Aplikacja ALOHA została stworzona wspólnie przez Narodową Administrację Oceanu i Atmosfery USA (NOAA) i Agencję Ochrony Środowiska USA (EPA). ALOHA jest aplikacją udostępnianą za darmo.



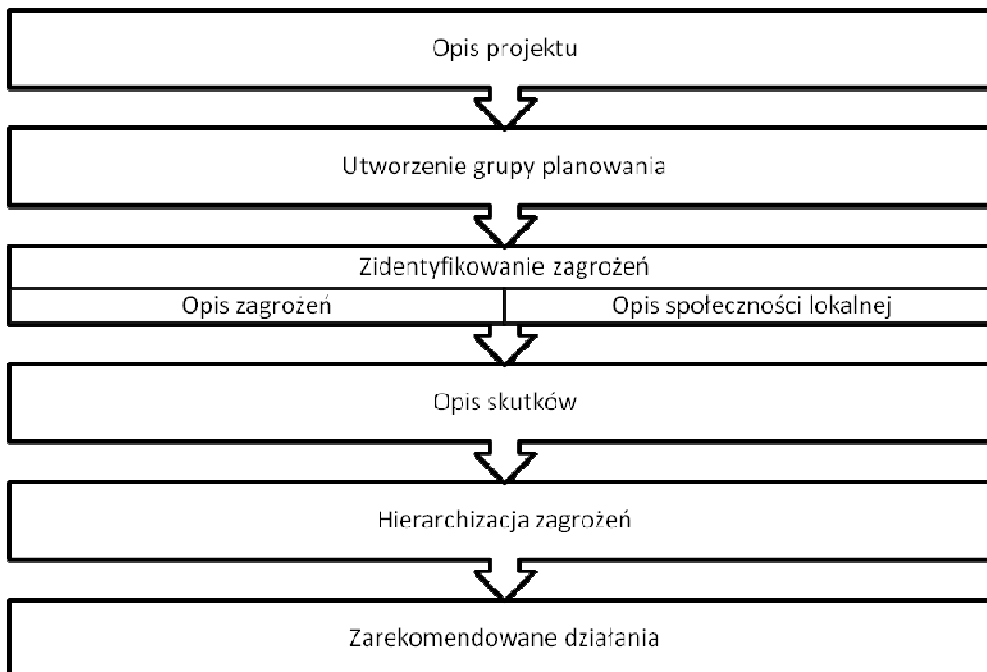
Rys. 3. Strefy ryzyka-wykres z programu ALOHA

Źródło: Opracowanie własne

Kluczowe modele ALOHA, tj. zagrożenia – toksyczność, łatwopalność, promieniowanie cieplne i nadciśnienie (siła wybuchu eksplozji) – wiążą się z uwolnieniem substancji chemicznej, co może wywołać dyspersję gazu, zapłon i/lub eksplozję (U.S. Environmental Protection Agency, 2007). Biblioteka ALOHA zawiera informacje o fizycznych właściwościach około 1000 najczęściej występujących niebezpiecznych substancji chemicznych. Jej obliczenia reprezentują kompromis między dokładnością i szybkością. Modele ALOHA wyróżniają trzy kategorie zagrożenia: dyspersja gazu, zapłon i eksplozję. Aplikacja ALOHA używa kilku różnych modeli, włączając powietrzny model rozproszenia z Green Book, który wykorzystuje się do oszacowania ruchu i rozproszenia chmury gazu substancji chemicznej. Na podstawie powietrznego modelu rozproszenia, ALOHA może szacować toksyczne rozproszenie gazu, wartości nadciśnienia od eksplozji chmury par lub łatwopalnych obszarów chmury par. ALOHA używa dodatkowych modeli do oszacowania zagrożeń związanych z zapłonem i eksplozją. Istnieją dwa oddzielne modele dyspersji w ALOHA: model Gaussa i model gazu ciężkiego.

3. MAPA PODATNOŚCI

Mapa podatności to bardziej rozbudowana mapa ryzyka. Podatność określa wzajemną zależność, wrażliwość (narażenia) i odporność społeczności lokalnej i środowisk na zagrożenia. Mapy podatności związane są ze współzależnością zagrożeń i ekspozycją społeczności na te zagrożenia oraz gotowością cywilną tej społeczności (rys. 4).



Rys. 4. Kroki w szacowaniu podatności

Źródło: Mosley, *Vulnerability Assessment Project – Coventry University, 1999*

3.1. Szacowanie podatności

3.1.1. Opis

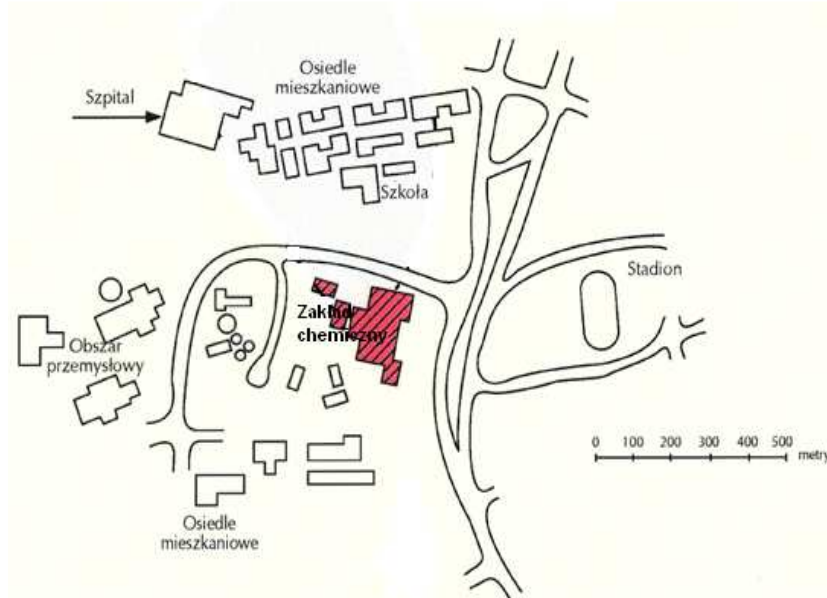
Charakteryzujemy badany obszar, opisując położenie geograficzne, administracyjne i komunikacyjne. Osadnictwo (liczba ludności, gęstość zaludnienia, kultura itd.). System transportowy (drogi kołowe, drogi kolejowe, drogi wodne, korytarze powietrzne, rurociągi). Warunki klimatyczne (temperatura powietrza, wilgotność względna powietrza, prędkość i kierunek wiatru, opady atmosferyczne, zachmurzenie itd.). Na rysunku 5 przedstawiono miasto o powierzchni: 4,9 km², liczbie ludności około 4000 i pogodzie (wiatr z Pd na Pn, prędkość 5m/s, atmosfera stabilna klasa 3, zachmurzenie małe, wilgotność średnia).

3.1.2. Identyfikacja zagrożeń

Główne zagrożenie dla miasta stanowi zakład chemiczny, w którym wykorzystywane są substancje niebezpieczne (gazy trujące lotne). Przewidywany scenariusz zdarzenia to wyciek gazu i powstanie chmury toksycznej zagrażającej miastu (rys. 5).

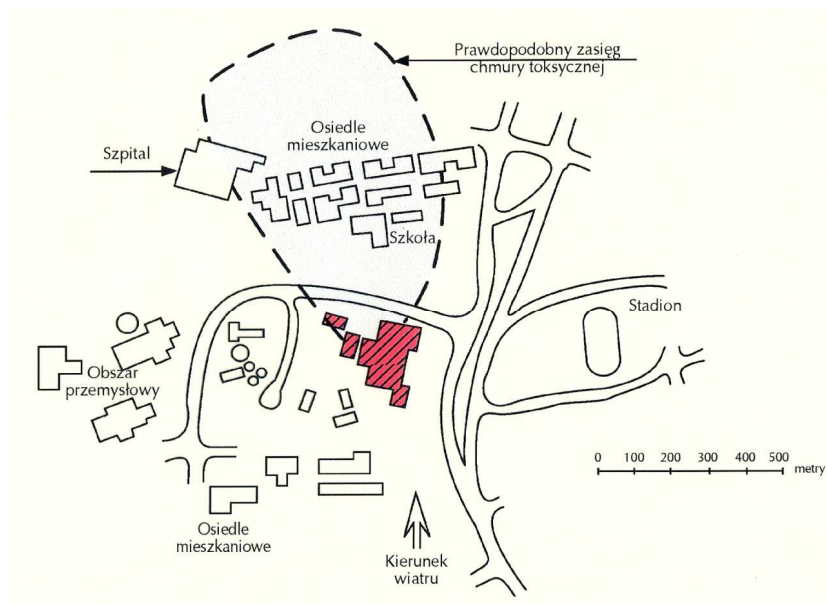
3.1.3. Mapa ryzyka

Biorąc pod uwagę czynniki atmosferyczne, za pomocą programu ALOHA obliczono zasięg chmury toksycznej i naniesiono go na mapę. Na podstawie mapy ryzyka można obliczyć skutki dla ludzi, mienia i środowiska (rys. 6).



Rys. 5. Mapa miasta ze zidentyfikowanym obiektem ryzyka

Źródło: UNEP-APELL, *Hazard Identification And Evaluation In A Local Community*, UNEP-IE, APELL Technical Report, 12 (with support of Swedish government) 1988



Rys. 6. Mapa ryzyka i zasięg chmury toksycznej

Źródło: Opracowanie własne

Chmura toksyczna zagrozić może dużej części miasta. Prawdopodobieństwo powstania zdarzenia jest wysokie a skutki poważne. W zasięgu chmury toksycznej znajduje się osiedle mieszkaniowe, szkoła i szpital. Należy uwzględnić w planach ratowniczych trudności z ewakuacją tych obiektów wrażliwych.

3.1.4. Skutki

Skutki dla ludzi mogą być bardzo poważne: zatrucia, problemy z oddychaniem, zapalenie płuc. Straty dla mienia związane z przerwą w produkcji, koszty ewakuacji i działań ratowniczych. Skutki dla środowiska ograniczone.

3.1.5. Mapa podatności

Układamy ankietę, która pozwoli na określenie podatności. Poniższa ankieta ilustruje tylko przykładowe pytania i punktację. W każdej jednostce administracyjnej określenie takich pytań jest sprawą właściwą tylko dla niej.

$$\text{PODATNOŚĆ} = \text{WRAŻLIWOŚĆ} + \text{ODPORNOSĆ}$$

Powyższy wzór w sposób matematyczny opisuje podatność jako sumę wrażliwości i odporności.

Tabela 1. Ankieta określająca wrażliwość

Liczba ludności			
Kryteria	<5000	5000-500	>500
Pkt.	15	10	5
Liczba osób niepełnosprawnych			
Kryteria	<20	10-20	>10
Pkt.	15	10	5
Ilość osób powyżej 70 roku życia			
Kryteria	< 20	10-20	> 10
Pkt.	15	10	5
Liczba dzieci poniżej 5 roku życia			
Kryteria	< 20	10-20	> 10
Pkt.	15	10	5
Liczba procentowa osób z wyższym wykształceniem			
Kryteria	> 5%	5-30%	< 30%
Pkt.	15	10	5
Ilość obiektów publicznych (szpitale, więzienia, sierocińce itp.)			
Kryteria	> 5	1-5	brak
Pkt.	15	10	5
Ilość obiektów ratowniczych znajdujących się w izotocie obiektu ryzyka			
Kryteria	≤ 2	1	brak
Pkt.	15	10	5

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 2. Ankieta określająca odporność

Ilość zabezpieczeń technicznych zakładów ryzyka			
Kryteria	podstawowa	wystarczająca	dodatkowe zabezpieczenia
Pkt.	15	10	5
Stan zabezpieczeń technicznych			
Kryteria	niedostateczny	wystarczający	dobry
Pkt.	15	10	5
Jakość planów awaryjnych			
Kryteria	słaba	wystarczająca	dobra
Pkt.	15	10	5
Poziom świadomości społeczności lokalnej dotyczącej zagrożeń			
Kryteria	niski	podstawowy	dobry
Pkt.	15	10	5
Poziom wyszkolenia i zgrania służb ratowniczych			
Kryteria	słaby	dobry	Bardzo dobry
Pkt.	15	10	5
Ilość sił i środków ratowniczych			
Kryteria	niewystarczająca	wystarczająca	nadmiar
Pkt.	15	10	5

Źródło: Opracowanie własne

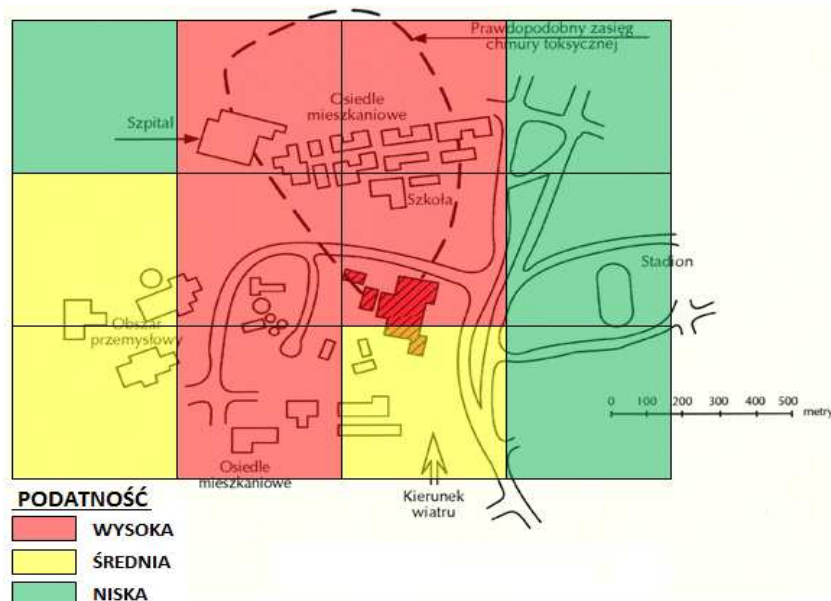
Tabela 3. Klasyfikacja poziomu podatności

Poziom podatności	Punktacja	Kolor
Niski	> 85	Zielony
Średni	85–150	Żółty
Wysoki	< 150	Czerwony

Źródło: Opracowanie własne

Na mapę ryzyka nakładamy siatkę kwadratów i analizujemy każdy oddzielnie według ustalonej przez nas ankiety. Układamy skalę poziomu podatności i przypisujemy im odpowiednie kolory. Następnie, według określonej skali, dla danej części siatki наносimy odpowiadający kolor (rys. 7).

Obszar wokół zakładu znajduje się w wysokim ryzyku w razie uwolnienia substancji toksycznych. W planach ratowniczych należy uwzględnić taki subscenariusz. Służby odpowiedzialne za bezpieczeństwo powinny być odpowiednio przeszkolone i wyposażone. Zakład powinien posiadać najnowsze zabezpieczenia oraz zintegrowany system alarmowy. Szpital w razie zaistnienia sytuacji kryzysowej przestaje funkcjonować, a jego funkcje powinny przejąć inne szpitale wcześniej wyznaczone. Pacjenci szpitala, uczniowie szkoły i mieszkańcy osiedla będą ewakuowani w razie uwolnienia substancji niebezpiecznej w zakładzie.



Rys. 7. Mapa podatności

Źródło: Opracowanie własne

PODSUMOWANIE

Każda społeczność lokalna narażona jest na specyficzny dla niej rodzaj zagrożeń. Definiowanie i opis obiektów zagrożonych powinny uwzględniać szeroki kontekst ich wzajemnego powiązania zarówno strukturalnego, jak i funkcjonalnego [4]. Procedura szacowania podatności stanowi metodę pozwalającą na identyfikację zagrożeń, w celu określenia ich możliwego wpływu na funkcjonowanie i organizację społeczności lokalnej. Mapy podatności zobrazują, gdzie społeczeństwo jest najbardziej czułe na zagrożenia i gdzie trzeba zastosować odpowiednie działania profilaktyczne, przygotować odpowiednio służby oraz dostosować działania ratownicze. Warto w tym miejscu wspomnieć o projekcie rozporządzenia Ministra Środowiska, Ministra Infrastruktury oraz Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie opracowania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego. Jednym z celów tegoż rozporządzenia jest ujednocnienie sposobu wykonywania map w skali całego kraju.

LITERATURA

- [1] Wolanin J., *Zarys teorii bezpieczeństwa obywateli. Ochrona ludności na czas pokoju*, Warszawa 2005.
- [2] UNEP-APELL, *Hazard Identification And Evaluation In A Local Community*, UNEP-IE, APELL Technical Report, 12 (with support of Swedish government) 1988.
- [3] Mosley F., *Vulnerability Assessment Project*, Coventry University, 1999.
- [4] Twigg J., *Corporate Social Responsibility and Disaster Reduction – A global Overview*, Benefield Greig Hazard Research, Center University College London 2001.
- [5] Ustawa z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym (Dz. U. 2007 nr 89, poz. 590).

- [6] Projekt rozporządzenia Ministra Środowiska, Ministra Infrastruktury oraz Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie opracowania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego.

CREATION OF RISK MAPS AND VULNERABILITY MAPS AS PART OF CRISIS MANAGEMENT SYSTEM

Summary

In accordance with the provisions of the Act on crisis management, a significant element of the national, voivodeship, powiat and commune crisis management plans is to create hazard and risk maps. A useful element in risk management is also vulnerability maps. Vulnerability determines the interdependence of the sensitivity and resistance of the local population and the environment to risk. This article describes how to create risk maps and vulnerability maps.

Key words: *crisis management, identification of hazards, risk, hazard map, risk map, vulnerability map*