

# Krzysztof Pająk

---

## Analiza ryzyka z wykorzystaniem metody Apell : studium przypadku

---

Przegląd Naukowo-Metodyczny. Edukacja dla Bezpieczeństwa nr 2, 57-73

---

2010

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.

**Krzysztof PAJ K**

Wy sza Szkoła Bezpiecze stwa z siedzib w Poznaniu

## **ANALIZA RYZYKA Z WYKORZYSTANIEM METODY APELL Ę STUDIUM PRZYPADKU**

Wzrost u ycia niebezpiecznych rodków chemicznych w przemy le i handlu spowodował znaczne zwi kszenie liczby osób, tak spo ród pracowników jak i człnków społeczno ci lokalnych, yciu których produkcja i transport rodków chemicznych mog w ka dej chwili zagrozi . Dlatego te tak istotne jest, by kierowa si potrzeb zapewnienia bezpiecze stwa zarówno na terenie, jak i poza terenem zakładu przemysłowego.

Sze dziesi t tysi cy mieszka ców zostają ewakuowanych w wyniku po aru wywołanego przez wybuch saletry amonowej we Francji w pa dzierniku 1987 r. Po ar we Włoszech, w kwietniu 1987 r. spowodowany metanem przyniósł cztery ofiary miertelne i jeden przypadek obra e . W Bułgarii eksplozja chlorku winylu zako czyła si dziesi tnastoma przypadkami obra e i siedemnastoma mierci. W wyniku eksplozji fajerwerków na Filipinach w kwietniu 1986 r. osiem osób odniosło obra enia a jedna cie zgin ła. W lutym 1986 r. wyciek chloru w Stanach Zjednoczonych spowodował obra enia u siedemdziesi ciu sze ciu osób. Mo na przytoczy równie bardziej katastrofalne w skutkach. W ród nich znajduje si przypadek uwolnienia si izocyjanianu metylu w Bhopalu, w Indiach, w roku 1984, który spowodował ponad 2000 ofiar miertelnych i 200 obra e . Dwa tygodnie wcze niej eksplodował gazol . ciekła mieszanina propanu i butanu (LPG) w Mexico City, nios c ze sob 650 ofiar miertelnych i kilka tysi cy obra e . W roku 1981 eksplozja propanu w Ortuella, Hiszpania, spowodowała mier pi dziesi ciu jeden osób, wiele zostają rannych. W roku 1976, trzydzie ci osób zostają rannych, a dwie cie dwadzie cia tysi cy ewakuowanych z pobliskich wiosek, kiedy wadliwe działanie instalacji spowodowało uwolnienie niewielkich ilo ci dioksan w Saveso, Włochy. Eksplozja cykloheksanu we Flixborough, Wielka Brytania w roku 1974 spowodowała mier dwudziestu o miu i obra enia u osiemdziesi ciu dziesi ciu osób. Szkody wywołane tymi i podobnego typu wydarzeniami s ogromne.

Chocia wymienione wypadki mogły si ró ni , co do przyczyn i substancji je powoduj cych, wszystkie tragedie maj cech wspóln : były to zdarzenia niekontrolowane (po ary, eksplozje lub emisje substancji toksycznych).<sup>1</sup> Spowodowały one mier i obra enia wielu ludzi w i poza fabrykami. Niosły szerokie zniszczenia prywatnej własno ci i rodowiska.

W celu przygotowania si na tego rodzaju zagro enia organizacja na rzecz rodowiska działa ca w ramach Organizacji Narodów Zjednoczonych - UNEP opracowała metod zwan w skrócie APELL. Metoda ta po dostosowaniu do polskich warunków mo e by wykorzystana w gminach, miastach i powiatach, w których istnieje zagro enie. S to na przykład obszary s siaduj ce z zakładami ci - kiej chemii i rafineriami, magazynami, gdzie niebezpieczne substancje s przechowywane lub przeładowywane, oraz s siaduj ce z innymi obiektami stwarzaj - cymi zagro enie. W ramach wdra nia prawa europejskiego w dziedzinie ochrony

<sup>1</sup> *Kontrola głównych zagro e przemysłowych*. Instytut Ochrony rodowiska. Warszawa 1999

rodowiska jednym z fundamentalnych kierunków, realizowanym nie tylko w naszym kraju, jest stworzenie systemu zapobiegania oraz ograniczania skutków awarii, wypadków i katastrof mogących powstać w zakładach przemysłowych, które wykonują jakiegokolwiek operacje z substancjami chemicznymi mogącymi stworzyć zagrożenie dla ludzi i środowiska. Metoda ta jest zalecana przez Unię Europejską.

W artykule omówiono metodologię APELL na przykładzie powiatu pilskiego.

### **Ogólna charakterystyka metody APELL**

APELL – skrót utworzony z angielskiego tytułu „Awareness and Preparedness for Emergencies AT Local Level”, co w tłumaczeniu na język polski brzmi: „Wiedomość i Przygotowanie na Wypadek Sytuacji Kryzysowych na Poziomie Lokalnym”.

Metoda APELL stanowi narzędzie pozwalające zhierarchizować ryzyko. Została ona opracowana w 1988 r. po serii katastrof technicznych zagrożących życie ludzkie w Bophalu w 1984 roku i w miejscowości Sandor (Szwajcaria), gdzie podczas porażki magazynu z chemikaliami, w wyniku gaszenia doszło do poważnego zatrucia Renu.

Metoda ta, w swojej rozwiniętej formie, kładzie nacisk na dwa podstawowe aspekty zarządzania ryzykiem:

- tworzenie i/lub wzrost świadomości społecznej w zakresie niebezpieczeństw związanych z przemysłem, transportem, posługiwaniem się niebezpiecznymi materiałami i podejmowaniem kroków przez władze lokalne w celu zabezpieczenia społecznie przed katastrofami;
- opracowane na bazie tej informacji i we współpracy z lokalnymi społecznościami, planów przeciwdziałania niebezpieczeństwom, w celu polepszenia w ten sposób samowystarczalności społecznie na wypadek zagrożenia jej bezpieczeństwa.

APELL jest przydatny wszędzie tam, gdzie wymagane jest wspólne, realizowane przez wiele podmiotów, planowanie cywilne. Do tych stron należą przede wszystkim władze samorządowe, przedstawiciele przemysłu, władze resortowe, przedstawiciele organizacji pozarządowych, wszystkie podmioty i służby ratownicze itp. W metodzie kładzie się szczególny nacisk na zagrożenie środowiska mogące wynikać w rezultacie zaistnienia katastrofy, powstającej w wyniku awarii technicznej. Uwzględnia ona, w swoim zakresie, zagrożenia przekraczające obszary administracyjne samorządów, na których miały miejsce katastrofy. Tym samym, obejmuje procedury pozwalające na zarządzanie ryzykiem w wieloletniej jednostce administracyjnej. Współpraca gmin, organizacji pozarządowych, przedstawicieli przemysłu, grup interesów i innych zainteresowanych osób lub instytucji to główne cechy metody APELL. Jest to metoda bardzo elastyczna, uwzględniająca takie elementy charakteryzujące poszczególne kraje, jak: różna struktura administracyjnej, systemy wartości, prawo, wymagania, techniczna infrastruktura jednostek administracyjnych, zdolności reagowania i zasoby. Obejmuje ona 10 kroków:

- 1) Rozpoznanie możliwości reagowania służb interwencyjnych, określenie ról i zadań z nich, zasobów i obszaru zainteresowania.
- 2) Oszacowanie zagrożenia i ryzyka, które mogą mieć wpływ na powstanie sytuacji kryzysowych.

- 3) Sprawdzenie czy wszyscy uczestnicy przystosowali swoje własne plany interwencyjne do planów pozwalających na koordynację działań.
- 4) Określenie zadań związanych z reagowaniem jednostek nieuwzględnionych w istniejących planach.
- 5) Wyżyczenie tych zadań do zadań, których dysponują odpowiednimi zasobami.
- 6) Wprowadzenie zmian niezbędnych do udoskonalenia istniejących planów, wyżyczenie ich do całego planu i dokonanie odpowiednich porozumień.
- 7) Sporządzenie w formie pisemnej zintegrowanego planu dotyczącego społeczności lokalnej i otrzymanie zatwierdzenia przez władze samorządowe.
- 8) Przygotowanie szkoleń ze wszystkimi uczestnikami zintegrowanego planu i upewnienie się, że wszystkie służby są odpowiednio przeszkolone.
- 9) Ustalenie procedur niezbędnych do okresowego testowania, przeglądu i uaktualnianie planu.
- 10) Uwiadomienie społeczności lokalnej co do zintegrowanego planu.

Realizacja zaleceń metody APELL ułatwia podejmowanie decyzji, w szczególności tych, które związane są z hierarchizacją ryzyka i faz reagowania. Jest to narzędzie niestety, niezbyt dokładne, ale za to pozwalające w sposób racjonalny na zbudowanie drabiny ryzyka i umożliwiającej wypracowanie polityki bezpieczeństwa lokalnego. Zaletą metody jest stosunkowo łatwość jej zastosowania, bez wyrafinowanych narzędzi matematycznych.<sup>2</sup>

### **Procedury identyfikacji i oceny zagrożeń**

Metoda APELL została rozwinięta przez Swedish Rescue Services Board dotycząca analizy ryzyka pod tytułem: „Chronić i ratować życie, mienie i środowisko”.<sup>3</sup> Celem, jaki postawili sobie autorzy było dostarczenie odpowiednich informacji decydentom, politykom na szczeblu rządowym i samorządowym oraz decydentom związanym z przemysłem, informacji niezbędnych do prac prewencyjnych, a także lepszego przygotowania do reagowania w sytuacjach stwarzających zagrożenie. Zaprezentowane tutaj metody wiążą się z identyfikacją zagrożeń, oceną i hierarchizowaniem ryzyka związanego z technicznymi wypadkami, a mającymi zasięg lokalny. Do takich wypadków możemy zaliczyć: duże pożary, wybuchy, wycieki trujących substancji, przynoszących szkody środowisku lub lokalnym wywołujące, mogące przyczynić się do powstania awarii technicznej, w wyniku np. osunięcia ziemi czy tego powodzi. Metody zaprezentowane w tym programie mogą na zastosowanie wyjątkowo do każdego zdarzenia wywołującego zagrożenie kinetyczne. Stanowią one podstawowe narzędzie zarządzania ryzykiem. Ich zastosowanie pozwala w szczególności na odpowiedź na następujące pytania:

- 1) Gdzie w gminie (powiecie, województwie) znajdują się obiekty stwarzające ryzyko?
- 2) Jak można opisać lub zdefiniować zagrożenie?
- 3) W jaki sposób można ocenić zagrożenie i strefy ryzyka, w stosunku do obiektu mogącego stworzyć zagrożenie?
- 4) W jaki sposób dokonać hierarchizacji obiektów niosących ryzyko?

<sup>2</sup> J. Wolanin: *Zarys teorii bezpieczeństwa obywateli. Ochrona ludności na czas pokoju*. Warszawa 2005

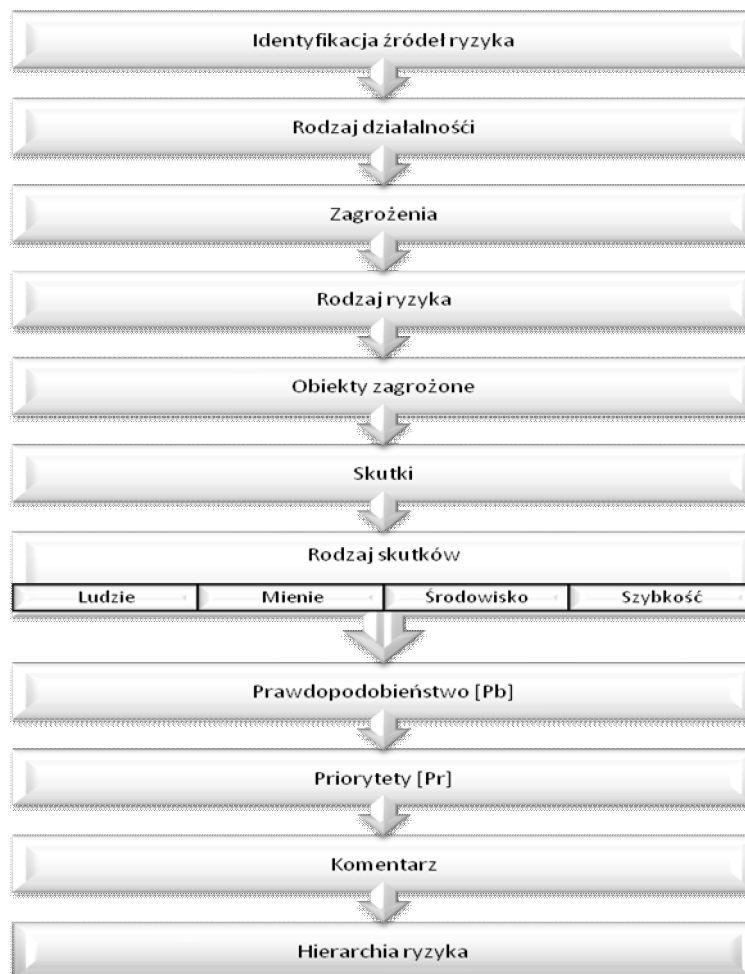
<sup>3</sup> *Hazard Identification And Evaluation In A Local Community*. UNEP-IE, APELL Technical Report, 12 (with support of Swedish government) 1988

5) W jaki sposób wyniki otrzymane w wyniku zastosowania przedstawionej metody można wykorzystać w następujących krokach?

Należy tutaj zaznaczyć, że następujące kroki związane są przede wszystkim z planowaniem cywilnym. Ono z kolei obejmuje następujące elementy:

- opracowanie odpowiedniego systemu ostrzegawczego;
- ochrona ludności na miejscu zdarzenia lub ewakuacja;
- planowanie operacyjne, przygotowanie odpowiednich planów ratowniczych oraz planowanie działania wszystkich służb, przygotowanych w szczególności do ochrony przed chemicznymi zanieczyszczeniami.<sup>2</sup>

Podsumowując należy stwierdzić, że podstawą do opracowywania strategii bezpieczeństwa jest w pierwszej kolejności dokonanie analizy ryzyka. Poniżej przedstawiono zarys takiej analizy (rys. 1).



**Rysunek nr 1.** Schemat analizy ryzyka metodą APELL (opracowanie własne).

Zagrożenia związane są z działalnością na określonym terenie, które są identyfikowane i oceniane przez użycie procedur, które zostaną tu opisane. Procedury

s cz ci metody APELL. Celami procedur jest pokazanie jak niebezpieczne obiekty zostaj : zidentyfikowane, ocenione i sklasyfikowane na podstawie schematycznej metody. W oparciu o t klasyfikacj , plany awaryjne mog by dodatkowo rozwini te lub poddane ocenie. Przykad zastosowania procedur do analizy ryzyka jest podany na ko cu na przykladzie powiatu pilskiego i miasta Piyy.

Wi cej szczegóowych informacji o procedurach znajduje si w UNEP-IE, APELL Technical Report, 12 Hazard Identification And Evaluation In A Local Community+1988.

### Identyfikacja ródeûryzyka

Jak ju wspomniano powy ej do poprawy bezpiecze stwa powinna sju y analiza ryzyka. Rozpoczyna si j od powoñania grupy koordynacyjnej reprezentuj cej ró ne rodowiska spojezne, które powinny mie gys w sprawach zwi zanych z opracowywaniem planu dziañ ratowniczych. Ma to kluczowe znaczenie dla metody APELL.

Aby zrozumie dlaczego niezb dne jest powoñanie takiej grupy koordynacyjnej wystarczy si gn do definicji ryzyka. Ryzyko mo na zdefiniowa w sposób cisyy i przedstawi w nast puj cej postaci:

$$\text{Ryzyko} = \text{Prawdopodobie stwo} \times \text{Skutki}$$

gdzie: prawdopodobie stwo oznacza prawdopodobie stwo wyst pienia zdarzenia niekorzystnego, w okre lonym przedziale czasu, za skutki oznaczaj skutki wyst pienia tego zdarzenia.

Powy sza definicja ma matematyczny charakter. Jest ona z oczywistych wzgl dów stosowana przez in ynierów. In ynierskie obliczenia stanowi cz warto ci ryzyka. Do okre lenia caykowitej jego warto ci niezb dny jest czynnik zwi zany z emocjami spojeznymi. Peter Sandman definiuje ryzyko nast puj co:

$$\text{Ryzyko} = \text{Ryzyko Obliczeniowe} + \text{Spojezne Wzburzenie}$$

Peter Sandman stwierdza, e cayy proces zarz dzania ryzykiem (w tym analiza ryzyka jako jeden z jego komponentów) nie mo e obej si bez udziału tych, których ten proces dotyczy, czyli spojezno ci lokalnej.<sup>4</sup>

Ryzyko stanowi wspóźzale no zagro e , na które nara ona jest spojezno ci jej podatno ci na te zagro enia.

Grupa koordynacyjna przeksztaçca si w zespóyo podstawowym znaczeniu dla wdrow enia metody APELL na szczeblu lokalnym.

W skad grupy powinni wej :

- przedstawiciel wñdzy lokalnej;
- przedstawiciel przemyslu;
- przedstawiciel spojezno ci lokalnej przedstawiciele sju b, inspekcji i stra y, firm ubezpieczeniowych;
- przedstawiciel mass mediów.

Zespóypowinien zacz od sporz dzenia listy obiektów, które mog stanowi zagro enie dla spojezno ci lokalnej. Przykady obiektów stwarzaj cych zagro e-

<sup>4</sup> P.M. Sandman: *Responding to Community Outrage: Strategies for effective Risk Communication*. Fairfax 1997

nie są podane w tabeli 1 i 2. Identyfikacja jest krokiem początkowym. Powinna być przeprowadzona wizyta lokalnych obiektów niebezpiecznych, a w szczególności tych obiektów, które są przewidziane jako główne zagrożenie (tabela 1 i tabela 2).

**Tabela nr 1.** Obiekty będące źródłem ryzyka i ich charakterystyka vol.1

OBIEKT	NAJCZĘSTSZE ZAGROŻENIA
Doki, terminale, stacje przeładunkowe, magazyny	Duża i różnaita liczba wielu rodzaju substancji niebezpiecznych (wybuchowych, palnych, trujących). Dźwigi i pojazdy.
Statki, stacje rozrządowe, kanały	Materiały niebezpieczne, ropa.
Lotniska, samoloty transportowe.	Paliwo, materiały niebezpieczne.
Przemysł (technologia), rafinerie, petrochemia, technologie chemii nieorganicznej, farmaceutyczny, tekstylny, celulozowy itp.	Zawory ciśnieniowe, zbiorniki, magazyny, kontenery, linie technologiczne zawierające substancję niebezpieczną w formie surowców, katalizatorów, produktów przejściowych, odpadów, linii wysokiego napięcia itp.
Inny rodzaj przemysłu tworzyw sztucznych, gumowych, drzewnych (tartaki) itp.	Zawory ciśnieniowe, magazyny, zbiorniki z substancjami trującymi, palnymi itp.
Wodne elektrownie	Spiętrzona woda, linie wysokiego napięcia.
Elektrownie węglowe	Materiały palne, zawory ciśnieniowe, strumienie pary o wysokim ciśnieniu, gorąca woda, linie wysokiego napięcia.
Elektrownie atomowe	Radioaktywne i trujące materiały, zawory ciśnieniowe, para pod wysokim ciśnieniem, gorąca woda, linie wysokiego napięcia.

ródło: Hazard Identification And Evaluation In A Local Community, op. cit.

**Tabela nr 2.** Obiekty będące źródłem ryzyka i ich charakterystyka vol.2

OBIEKT	NAJCZĘSTSZE ZAGROŻENIA
Rurociągi gazowe	Gaz palny, przepływ pod zwiększonym ciśnieniem.
Inne rurociągi	Palne, trujące i groźne dla środowiska substancje, przepływ pod zwiększonym ciśnieniem.
Stacje benzynowe, stacje paliw	Palne, trujące i stwarzające zagrożenie dla środowiska substancje.
Magazyny towarowe	Palne i trujące substancje zawarte w aerozolu.
Handel materiałami budowlanymi (drewnem)	Duża ilość nagromadzonego drewna.
Magazyny towarowe	Palne, trujące, wybuchowe substancje.
Lokalne przedsiębiorstwa; ujęcia wodne, pływalnie, punkty uzdatniania wody itp.	Substancje niebezpieczne.
Szpitala, szkoły	Niebezpieczne chemikalia.
Hotele	Wysokie budynki.
Siłosy	Palny, wybuchowy pył.
Kamieniołomy i inne miejsca związane z górami lub umiejscowione pod ziemią. Grunty ulegające zalaniu, osunięcia ziemi, zawalenia się budynków.	Lawiny kamieni, gruntu, wody podziemne, pojazdy, gaz. Warunki geologiczne.
Tunele	Ryzyko zawalenia, utrudnienia w ratowaniu.
Drogi.	Pojazdy, materiały niebezpieczne.

ródło: Hazard Identification And Evaluation In A Local Community, op. cit.

Powyższe tabele ilustrują tylko przykładowe rodzaje ryzyka i najczęściej spotykane, związane z nimi zagrożenia. W każdej jednostce administracyjnej, określenie takich rodzajów jest sprawą wyłącznie tylko dla niej.

### **Rodzaj działalności**

Po zidentyfikowaniu rodzajów ryzyka trzeba określić rodzaj ich działalności np.

- produkcja, oczyszczanie, mieszanie, pakowanie;
- składowanie, ładowanie;
- transport;
- sprzedaż;
- wytwarzanie energii, dystrybucja energii;
- utrzymanie, naprawy;
- itp.

Jeżeli zakład jest duży, można go podzielić na obszary (obszar produkcji, obszar oczyszczania, obszar pakowania itd.) i analizować każdy z osobna.

### **Zagrożenia**

Sporządza się spis substancji i różne formy energii powodujące określone zagrożenia. Wykaz ilości niebezpiecznych substancji, wraz z innymi odpowiednimi danymi, np. stopniem toksyczności, który wpływa na potencjalną skalę wypadku.

### **Rodzaj ryzyka**

Po rozpoznaniu niebezpiecznych substancji określa się scenariusze zdarzeń, które mogą wystąpić np. wyciek niebezpiecznych substancji, pożar, wybuch, osunięcie ziemi, katastrofy budowlane, powódzie; itp. Dobrze jest też wyznaczyć również ciąg zdarzeń, który może wystąpić (jedno zdarzenie prowadzi do drugiego) np. wyciek cieczy palnej może spowodować pożar, a ten z kolei wybuch.

### **Obiekty zagrożone**

Ważną sprawą jest identyfikacja obiektów zagrożonych. Dzielą się one na trzy kategorie: ludzie, mienie i środowisko. Należy sprawdzić, czy obiekty ryzyka stwarzają zagrożenie dla siedzących z nimi innymi obiektami np. osiedla mieszkalne, sklepy, kompleksy itp. Jeżeli występuje zagrożenie nie oddziałujące w poważnej mierze na ludzi, środowisko i mienie, wtedy obiekty te pomijają się w dalszym przebiegu analizy.

### **Skutki**

W wielu przypadkach, konieczne jest określenie skali skutków. Należy ustalić, jak wielce skutki są prawdopodobne, jakkolwiek nie jest zawsze koniecznym oszacowanie poziomu bardzo dokładnie. W tym miejscu powinny być wzięte pod uwagę strefy ryzyka. Do szacowania stref ryzyka są programy komputerowe (np. darmowy program ALOHA). Nierzadko jest konieczne skonsultowanie się z ekspertem, kiedy skutki są trudne do przewidzenia.

### **Rodzaj skutków**

Na podstawie obliczonych stref ryzyka można sklasyfikować skutki danych zdarzeń dla ludzi, mienia i środowiska. Określa się liczbę osób z jakością



opisem skutków i na podstawie obliczonych stref umieszcza się zdarzenie w danym przedziale.

Ważne jest też, aby określić szybko zaistnienia danych skutków np. jakie zagrożenie generuje skutki natychmiastowe, a skutki innego zagrożenia objawi się po upływie określonego czasu.

### **Prawdopodobieństwo**

Należy oszacować prawdopodobieństwo zaistnienia danego zagrożenia na podstawie odpowiednich statystyk (np. Państwowej Straży Pożarnej, Policji itd.) w liczbowej skali ustalonej przez nas. Do każdej skali dajemy przedziały czasowe np.:

- 1 - prawdopodobieństwo powstania zdarzenia 1/1000 lat;
- 2 - prawdopodobieństwo powstania zdarzenia 1/100 lat;
- 3 - prawdopodobieństwo powstania zdarzenia 1/30 lat;
- 4 - prawdopodobieństwo powstania zdarzenia 1/15 lat;
- 5 - prawdopodobieństwo powstania zdarzenia 1/5 lat.

Przypisanie prawdopodobieństwa wystąpienia katastrofy określone przez nas zdarzeniu potrzebne będzie do zhierarchizowania zagrożenia.

### **Priorytety**

W tym miejscu analizy powinno się rozważyć różne klasy skutków dla ludzi, mienia i środowiska na podstawie obliczonych stref ryzyka, przybliżać się do klasyfikacji każdego zagrożenia. Umieszcza się w ustalonej przez nas literowej skali, przypisanym klasom skutków określonym zdarzeniom np.:

- A - skutki nieistotne;
- B - skutki ograniczone;
- C - skutki poważne;
- D - skutki bardzo poważne;
- E - skutki katastrofalne.

### **Komentarz**

Inne fakty warte zapisu, jakie zalecenia, np. dla stref bezpiecznych lub plany awaryjne (ratownicze) powinny być zapisane w tym miejscu. Ważnym jest aby znać scenariusz najgorszego zdarzenia, ale nie jest koniecznym czynnikiem umieszczanie go w planach awaryjnych. Priorytet w działaniu jest zależny od znalezienia niebezpiecznych obiektów i sklasyfikowanie zagrożenia w podanym porządku:

- 1. ludzie;
- 2. mienie;
- 3. środowisko naturalne.

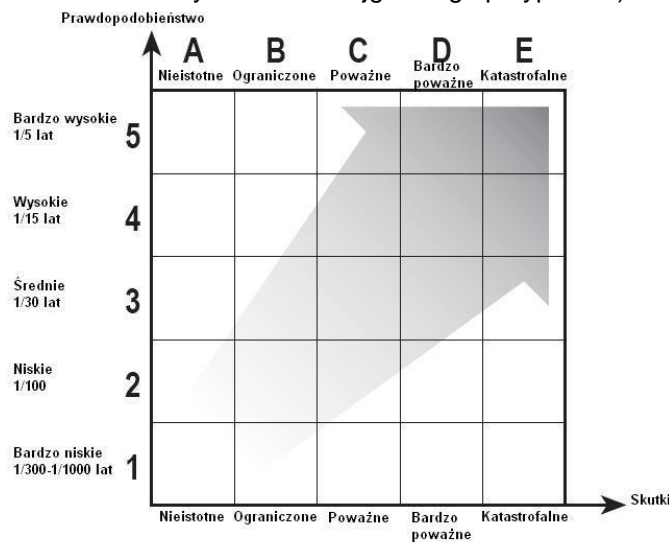
### **Hierarchia ryzyka**

Na podstawie kategorii prawdopodobieństwa i klasy skutków można skonstruować macierz ryzyka. Macierz ryzyka pozwala na graficzną i przejrzystą ilustrację hierarchii ryzyka. Metoda ta, zawierająca jako cenny opis kategorii prawdopodobieństwa tak jak, np. zdarzenie może być mało prawdopodobne i jako cenny opis skutków należy do zgrubnych metod analizy ryzyka.

Konstruowanie matrycy ryzyka jest doskonałym i bardzo wygodnym narzędziem ilustrowania jego hierarchii. Samo zaś zhierarchizowanie ryzyka jest jego ważnym elementem analizy. Aby zbudować matrycę należy na pionowym boku matrycy odjąć kategorie prawdopodobieństwa, zaś na poziomym określić klasy skutków. W ten sposób każdemu ryzyku przyporządkowuje się współrzędne. Z kolei, każdemu z pozycji opisanej przez odpowiednie współrzędne, można na podstawie określonych działań związanych z prewencją, gotowością, a w szczególności z przygotowaniem się do wypadku, określić stopień zmniejszenia ryzyka.

Opisana powyżej procedura tworzenia matrycy ryzyka nie jest jedyną. Każdego autor konstruuje matrycę, może ją konstruować w dowolny sposób. Ważne jest, aby były zdefiniowane kategorie prawdopodobieństwa i klas skutków.

Na skonstruowanej matrycy ryzyka umieszczamy obiekty niebezpieczne w jednej z klas matrycy ryzyka+rys. 2. (1C, 2D, itd.), zgodnie z oszacowaniami prawdopodobieństwa pojawienia się wypadku, zagrożenia i poważnych skutków (wymiar oszacowanych strat i śmieszniejszego przypadku).



**Rysunek nr 2. Matryca ryzyka**

ródło: *Hazard Identification And Evaluation In A Local Community*, op. cit.

Możemy na weryfikować ranking obiektów niebezpiecznych zgodnie z późniejszymi zmianami lub wprowadzanymi zmianami technologicznymi.

Analiza może zawierać wiele danych. Te informacje same w sobie stanowią dużą wartość dla ekspertów, władz i służb odpowiedzialnych za bezpieczeństwo danej społeczności lokalnej. Jednak jest trudno otrzymać jednolity, czytelny obraz niebezpiecznych obiektów, jeżeli dane informacyjne obecne w dużych ilościach. Jest zatem wskazane, aby pokazać najważniejsze informacje w czytelnej formie mapy ryzyka. Tworzenie map ryzyka dotyczących zagrożenia na danym terenie, z zastosowaniem GIS jako narzędzia niezbędnego przy analizie ryzyka, zalecane jest w metodzie APELL. Symulacja na mapie cyfrowej scenariuszy, związanych z danym zagrożeniem potencjalnym, pozwala na przewidywanie skutków tego zagrożenia, po jego przekształceniu się w zagrożenie kinetyczne. Wizualizacja

tych skutków pozwala na tworzenie map ryzyka czystego tj. związanego tylko z jednym zagrożeniem lub map ryzyka całkowitego, uwzględniającego wszystkie zagrożenia występujące na danym terenie. Tworzenie macierzy ryzyka jest wstępem do tworzenia map ryzyka.

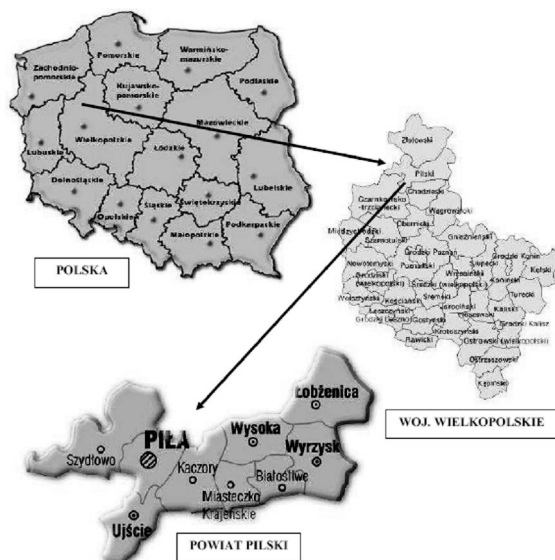
### **Analiza ryzyka na przykładzie powiatu pilskiego i miasta Piły z wykorzystaniem metody APELL.**

Celem analizy jest identyfikacja zagrożeń i stworzenie macierzy ryzyka dla powiatu pilskiego i miasta Piły.

Zakresem są zakłady przemysłowe w których wykorzystywane są substancje niebezpieczne oraz transport chemikaliów w powiecie pilskim.

### **Charakterystyka powiatu pilskiego i miasta Piły.**

Powiat pilski zlokalizowany jest w północnej części województwa Wielkopolskiego. Zajmuje obszar o powierzchni 1267,0 km<sup>2</sup>, co stanowi 5,6% województwa, zamieszkiwany przez około 138 tys. osób. Pod względem administracyjnym dzieli się na dziewięć jednostek podstawowych, w tym jedną gminę miejską (miasto Piła), cztery gminy miejsko-wiejskie (Łobżenica, Ujście, Wyrzysk, Wysoka) oraz cztery gminy wiejskie (Białosłone, Kaczory, Miasteczko Krajeńskie, Szydłowo). Sieć osadnicza na terenie powiatu pilskiego charakteryzuje się dużą liczbą małych miejscowości (154). Jedynie miasto Piła może być zaliczone do większych jednostek (ponad 76,7 tys. mieszkańców).



**Rysunek nr 3.** Położenie geograficzne powiatu pilskiego w Polsce i podział administracyjny

ródło: Strategia rozwoju społeczno-gospodarczego powiatu pilskiego 2003

Miejscowości połączone są niezbyt gęstą siecią dróg gminnych i lokalnych (45,7km/100km<sup>2</sup>). Drogi krajowe i wojewódzkie odgrywają znaczącą rolę na terenie powiatu to: droga nr 10 Bydgoszcz-Szczecin, nr 11 Poznań-Koszalin oraz

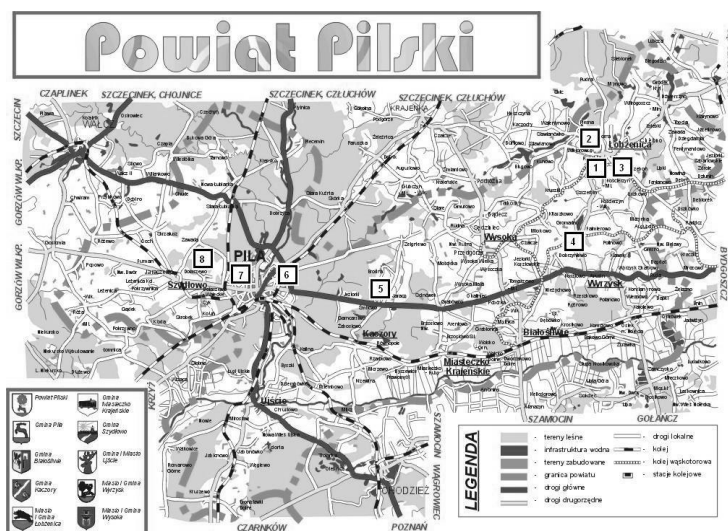
drogi nr 179, 182, 188, 190 i 194. Istotną rolę odgrywają również połączenia kolejowe, do najważniejszych należą linie w Pile: Gorzów Wlkp.-Bydgoszcz, Poznań-Koszalin<sup>5</sup>.

### Identyfikacja zagrożeń w powiecie pilskim i mieście Piła.

W powiecie pilskim zidentyfikowano następujące rodzaje ryzyka tabela 3, a ich położenie przedstawia rysunek 4.

**Tabela nr 3.** Zidentyfikowane rodzaje ryzyka w powiecie pilskim.

Nr	Obiekt	Charakterystyka
1.	Okręgowy zakład mleczarski w Łobanicy	Substancje trujące i rakotwórcze.
2.	Gorzelnia w Łobanicy	Duża ilość substancji palnych.
3.	Chemiczno-Farmaceutyczna Spółdzielnia Pracy FILOFARM w Łobanicy	Substancje palne i wybuchowe
4.	Gorzelnia w Falmierowie	Duża ilość substancji palnych.
5.	Zakład Mięsny w Miłkowie	Substancje trujące.
6.	Philips Lighting Poland w Pile	Substancje niebezpieczne.
7.	PHU Dystrybutor Butli MESSER Polska w Pile	Duża ilość gazów palnych i wybuchowych.
8.	Baza Materiałowo-Techniczna Toru : składowiska DOLASZEWO	Duża ilość substancji niebezpiecznych (palnych i wybuchowych).
9.	Drogi powiatu pilskiego	Transport substancji niebezpiecznych. Pojazdy, mosty, skrzyżowania.
10.	Trasy kolejowe	Transport substancji niebezpiecznych. Przeciwnie z drogami samochodowymi.
11.	Rurociągi gazowe	Gazy palne. Przepływ pod ziemią.



**Rysunek nr 4.** Położenie obiektów ryzyka w powiecie pilskim

ródło: opracowanie własne na podstawie mapy osiek.net

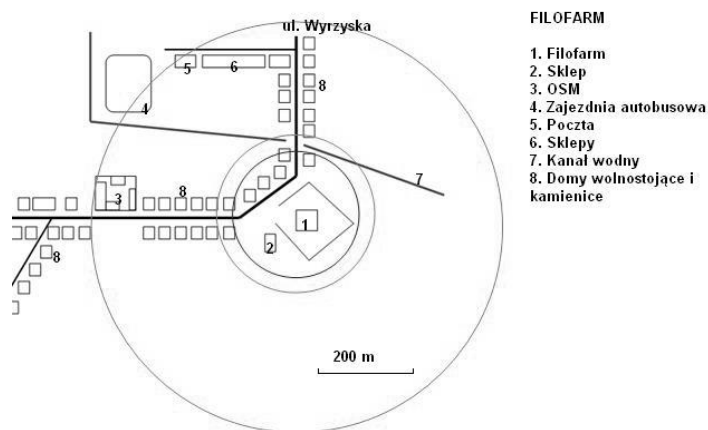
<sup>5</sup> P. Schroeder, J. Jasnowski: *Charakterystyka demograficzna powiatu pilskiego w latach 1991-2003*. Piła 2004

Naniesienie na mapę położenia obiektów pozwala zlokalizować obszary szczególnie zagrożone. Najwięcej obiektów ryzyka znajduje się w gminie Piąta i gminie Łobeznica.

#### Obiekty ryzyka:

#### 1) Chemiczno-Farmaceutyczna Spółdzielnia Pracy FILOFARM w Łobeznicy.

FILOFARM+ Chemiczno-Farmaceutyczna Spółdzielnia Pracy w Łobeznicy zajmuje się produkcją kosmetyków. Zatrudnionych jest tam około 10 pracowników. Jest jedna, główna, duża brama wjazdowa od strony ul. Wyrzyckiej. Na placu przed fabryką znajduje się parking dla pracowników. Obok prosperuje sklep wielobranowy w którym pracują dwie ekspedientki. Ilość klientów zależy od dnia i godziny. Najwięcej kupujących jest w dni powszednie rano o 7<sup>00</sup> i w godzinach popołudniowych o 16<sup>00</sup>. Przed sklepem jest mały parking. Pozostają budynki to kamienice i domy wolnostojące. Szacowana ilość osób w budynkach zaznaczonych na mapie strefy ryzyka (rys. 4) to około 120 osób. W zakładzie znajduje się zbiornik z 2 tonami chlorku etylu, używanego jako rozpuszczalnik do produkcji kosmetyków. Stanowi on główne zagrożenie, gdyż jest łatwopalny. Podczas spalania może wydobywać się silnie toksyczny fosgen. Zbiornik pod ciśnieniem podczas porażenia po nagrzaniu grozi wybuchem (najgorszy przypadek – sklasyfikowany jako 1E). Zagrożeni są pracownicy zakładu, mieszkańcy pobliskich kamienic i domów wolnostojących oraz klienci i obsługa sklepu. Obiekt pod względem skutków dla zdrowia i życia ludzkiego zostaje sklasyfikowany jako 1D. Podczas wybuchu zniszczeniu ulegnie specjalistyczny sprzęt, materiały produkowane, surowce oraz zakład z budynkami sąsiednimi. Skutki dla mienia sklasyfikowano jako 1E. W niewielkiej odległości od zakładu przepływa mały kanał wodny, który uchodzi do rzeki Łobzanka. Podczas akcji ratowniczej istnieje duże prawdopodobieństwo, że wody pogarszające mogą spływać do kanału (nachylenie podłoża około 5%). Substancje używane w produkcji kosmetyków, mogą poważnie zanieczyścić wody naturalne. Zagrożenie dla środowiska naturalnego zostaje sklasyfikowane jako 2C. Ponieważ istnieje możliwość wybuchu zbiornika i zagrożenie życia wielu ludzi ogólna klasyfikacja obiektu 1D.



Rysunek nr 5. Mapa ryzyka-zasięgi wybuchu zbiornika z chlorkiem etylu.

Wielko skutków dla tego obiektu zostają określone na podstawie obliczonych stref ryzyka (rys. 5), a prawdopodobieństwo możliwych subscenariuszy zostają określone na podstawie statystyk Państwowej Straży Pożarnej w Pile.

**Tabela nr 4.** Tabela analizy zakładu Filofarm w Łobżenicy.

GMINA: Łobżenica		OBIEKT: Chemiczno-Farmaceutyczna Spółdzielnia Pracy "FILOFARM"										
1 Obiekt	2 Rodzaj działalności	3 Zagrożenie	4 Rodzaj ryzyka	5 Obiekty zagrożone	6 Skutki	Rodzaj skutków				11 Pb	12 Pr	13 Komentarz
						7 L	8 Ś	9 M	10 S			
FILOFARM	magazynowanie; przetwarzanie; rozładunek;	chlorek etylu (2 t)	pożar (podczas spalania może wydobywać się silnie toksyczny fosgen) wyciek	Ludzie: -pracownicy; -klienci; -mieszkańcy;  Środowisko: -woda; -powietrze; -ziemia;  Mienie: -sprzęt; -towar; -budynki;	śmierć/obrażenia śmierć/obrażenia śmierć/obrażenia  zanieczyszczenie i destrukcja  destrukcja destrukcja uszkodzenie/zawalenie	4 4 3  - - -	- - -  3 2 3	- - -  - - -	2 2 2  2 2 2	1 1 1  2 1 2	D D D  C B C	
			wybuch zbiornika			5	4	5	3	1	E	Najgorszy przypadek dla obiektów stacjonarnych.

L=ludzie                      M=mienie  
Ś=środowisko              S=szybkość                      Pb=prawdopodobieństwo  
Pr=priorytety

Pozostałe stacjonarne obiekty ryzyka w powiecie pilskim i mieście Piła zostały przeanalizowane identycznie według przykładu górnego.

#### Transport drogowy substancji niebezpiecznych w powiecie pilskim.

Transport materiałów niebezpiecznych realizowany na drogach stwarza duże zagrożenie i możliwość powstania awarii z udziałem przewoźnego medium, które po uwolnieniu może zagrazać ludziom, mieniu i środowisku. Najczęstszymi przyczynami są uszkodzenia pojemników, czy opakowań, w których dane substancje są przewożone. Uszkodzenia takie mogą powstać wskutek wstrząsu mechanicznego lub ze względu na panujące warunki klimatyczne<sup>6</sup>.

Zagrożenia w transporcie materiałów niebezpiecznych w powiecie pilskim wynikają z:

- liczby przeprowadzanych transportów;
- stanu technicznego środków transportu;
- braku wydzielonych i oznakowanych tras przewozowych i parkingów oraz ich kontroli;
- nieprzestrzegania przez przewoźników zasad i przepisów ADR i RID;

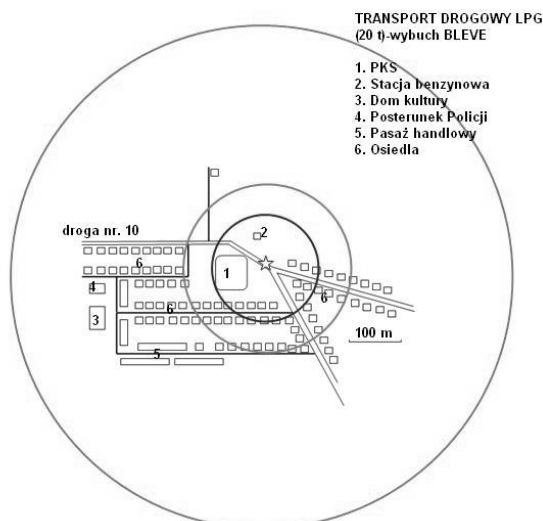
<sup>6</sup> W. Skultecki: *Spedycja materiałów niebezpiecznych. Obowiązki spedytorów*. TRADE TRANS.

- nieprzewidywalno ci miejscowych zdarze powoduj cych rozszczelnienia;
- trudno ci w prowadzeniu dziaja ratowniczych;
- braku monitoringu transportu materiajów niebezpiecznych;
- du ego zagro enia kolizjami i wypadkami na drogach;
- ró norodno ci przewo onych mediów.

Trasy przewozu substancji niebezpiecznych prowadz przez du e w zjy kole-  
jowe i drogowe pojõ one na terenie powiatu mi dzy innymi Piy , Uj cie i Wyrzysk,  
co zwi ksza potencjalne skutki ró nych wypadków. Na terenie powiatu pilskiego do  
dróg najbardziej zagro onych przez transport materiajów niebezpiecznych nale y  
droga krajowa nr 10: kierunek Bydgoszcz . Piã . Szczecin, droga krajowa nr 11:  
kierunek Pozna . Oborniki . Piã . Koszalin i droga wojewódzka nr 179: Piã .  
Gorzów Wielkopolski. Substancjami niebezpiecznymi przewo onymi najcz ciej s  
substancje takie jak benzyna, olej nap dowy, gaz propan-butan. Transport mate-  
riajów niebezpiecznych w powiecie odbywa si w przewa aj cym stopniu w ruchu  
hurtowym i jednostkowym. Realizowany jest przy pomocy autocystern o pojemno-  
ci do 30 ton oraz w kontenerach. Droga krajowa nr 10 biegn ca przez Piy i Wy-  
rzysk nale y do najbardziej niebezpiecznych w powiecie pilskim. Policyjne staty-  
styki potwierdzaj niechlubn sjaw tej zatõpczonej przez TIR-y drogi. W caým  
powiecie pilskim droga krajowa nr 10 ma dõugo ok. 60 km, odcinek z Piy do Wy-  
rzyska ma ok. 40 km, 15 km do Nowej ýbianki i 5 km z Wyrzyska do Rudy (sporo  
zakr tów). Caã dziesi tka stwarza jedno wielkie zagro enie, jest za w ska i za  
kr ta jak na tak du y ruch TIR-ów i samochodów osobowych, bo nie ma cie ek  
rowerowych i chodników.

Najgorszy przypadek: kolizja autocysterny przewo cej 20 ton propan-butanu  
i wybuch BLEVE w miejscu zabudowanym na przykãdzie drogi nr 10 w Wyrzysku.  
Wybuch zniszczy stacje benzynow co mo e spowodowa dalsze skutki w postaci  
wycieku substancji ýtwpalnych (produktów ropopochodnych) ich po ar oraz do-  
stanie si tych substancji do kanalizacji miejskiej (zanieczyszczenie rodowiska).  
Wybuch zniszczy pobliskie domy i spowoduje obra enia i mier osób tam miesz-  
kaj cych. Zagrozi kierowcom przeje d aj cym drog nr 10 oraz zniszczy PKS  
i spowoduje mier i obra enia czekaj cych na przystankach ludziom. Straty byjy-  
by ogromne. Scenariusz sklasyfikowano jako 1E. Taki scenariusz jest maõpraw-  
dopodobny ale mo liwy, dlatego trzeba takie scenariusze uwzgl dni w planach  
ratowniczych sju b.

Zagro enie dla zdrowia i ycia ludzkiego stanowi przewóz materiajów niebez-  
piecznych przez obszary zurbanizowane. Dla rodowiska gro ne s wycieki sub-  
stancji ropopochodnych powstaje w przypadku kolizji(kolizja w mie cie spowoduje  
przedostanie si substancji szkodliwych do kanalizacji a nast pnie do rzek).  
Transport drogowy materiajów niebezpiecznych w powiecie pilskim sklasyfikowano  
jako 4C.



**Rysunek nr 6.** Mapa ryzyka-zasięgi wybuchu Bleve dla autocysterny 20 ton LPG

W przypadku, gdy obiekty stwarzające zagrożenie poruszają się, wówczas zamiast kołowej strefy ryzyka mamy do czynienia z konturami ryzyka rozciągającymi się wzdłuż korytarzy transportowych. Wartości ryzyka zmieniają się w zależności od otoczenia w jakim ruchomy obiekt ryzyka się znajduje np. w miejscowościach wiejskich, ponieważ jest większe zagrożenie ludności.

**Tabela nr 5.** Tabela analizy dla transportu drogowego substancji niebezpiecznych w powiecie pilskim.

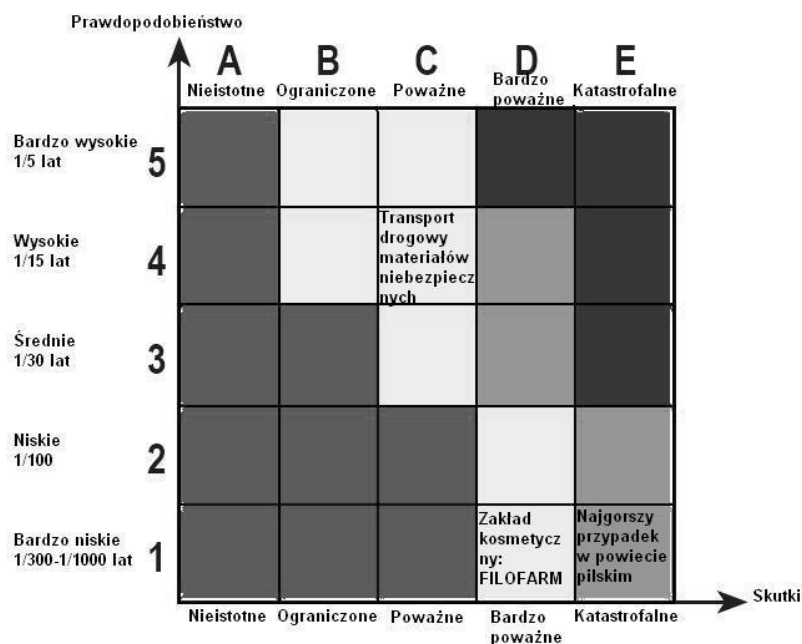
GMINA: Pila, Szydłowo, Ujście, Białosłowie, Lobzenica, Wyrzysk, Kaczory, Miasteczko Krajenkie, Wysoka					OBIEKT: Drogi powiatu pilskiego							
1 Obiekt	2 Rodzaj działalności	3 Zagrożenie	4 Rodzaj ryzyka	5 Obiekty zagrożone	6 Skutki	Rodzaj skutków				11 Pb	12 Pr	13 Komentarz
						7 L	8 Ś	9 M	10 S			
Trasy drogowe: Trzcianka-Pila (dł. 25 km. czas jazdy około 30 min.)	Transport; Rozładunek; Załadunek;	propan-butan (4 cysterny miesięcznie 20 t)	kolizja/wybuch BLEVE (teren zabudowany)	Ludzie: kierowcy; mieszkańcy; ratownicy; pracownicy;	śmierć/obrazenia śmierć/obrazenia śmierć/obrazenia	5	3	5	3	1	E	Najgorszy przypadek w transporcie materiałów niebezpiecznych.
Pila-Trzcianka-Czarnków-Sieraków (dł. 60 km. czas jazdy około 1 godz.)		etylina, olej napędowy (30 cystern 20 t miesięcznie)	kolizja/pozar/wybuch	Środowisko: -ziemia; -woda; -powietrze;	zanieczyszczenie i destrukcja	3	2	3	3	4	C	
Bydgoszcz-Lobzenica (dł. 30 km. czas jazdy około 35 min.)		chlorek etylu (2,5 t raz w roku)	kolizja/pozar/wybuch	Mienie: pojazdy; budynki; drogi; towary;	destrukcja zawalenie destrukcja destrukcja	3	1	3	3	3	C	
Wrocławek-Jastrówie (dł. 75 km. czas jazdy około 1 godz. 20 min.)		amoniak (2,3 t raz w roku)	kolizja/wyciek			3	1	1	2	3	C	
Pozostałe drogi na terenie powiatu pilskiego		produkty ropopochodne, propan-butan, heptan, kwas solny, siarkowy, mrowkowy (ilość nieznana)	kolizja/pozar/wybuch/wyciek			-	-	-	-	-	C	Potrzebna głębsza analiza

L=ludzie  
Ś=środowisko  
M=mienie  
S=szybskość  
Pb=prawdopodobieństwo  
Pr=priorytety



Pozostały transport materiałów niebezpiecznych (transport kolejowy i rurociągi) w powiecie piłskim i mieście Piłę zostały przeanalizowane identycznie według przykładu górnego.

### Hierarchizacja ryzyka. Matryca ryzyka dla powiatu piłskiego i miasta Piły.



**Rysunek nr 7.** Matryca ryzyka dla powiatu piłskiego  
ródło: opracowanie własne

Obiekty zakalkulowane w obszarze koloru zielonego nie stwarzają zagrożenia. Zarządzaniu podlegają obiekty znajdujące się w obszarze koloru żółtego, pomarańczowego i czerwonego. Jeżeli jakiś obiekt umieszczony zostanie w obszarze koloru czerwonego niezbędne jest podjęcie natychmiastowych działań.

**Tabela nr 6.** Hierarchia scenariuszy

Poziom ryzyka	Ogólny opis	Działanie
zielony	Niskie ryzyko	1. żadna akcja nie jest wymagana. 2. Zarządzanie odbywa się poprzez rutynowe procedury.
żółty	średnie ryzyko	1. Wymagane jest podjęcie pewnych działań. 2. Uruchamiane są specjalne procedury.
pomarańczowy	Wysokie ryzyko	1. Wymagane jest podjęcie działań. 2. Wymagana jest koordynacja. 3. Zalecane jest przeprowadzenie badań związanych ze scenariuszami i podatnością na zagrożenie.
czerwony	Ekstremalnie wysokie ryzyko	1. Wymagane natychmiastowe podjęcie działań. 2. Wymagany jest udział zespołu kryzysowego. 3. Problem wymaga badań dotyczących scenariuszy czy te analiz, które określają podatność na zagrożenie.

Według tych kryteriów zostały sklasyfikowane ryzyko w powiecie pilskim i mieście Piya. Hierarchizacja poziomu ryzyka ilustruje poniższa tabela.

**Tabela nr 7. Zestawienie ródeñryzyka dla powiatu pilskiego i miasta Piya**

Zestawienie ródeñryzyka	Klasa prawdopodobieństwa	Klasa skutków	Poziom ryzyka	Priorytet działania
Wyciek i powódź chloru etylu (podczas spalania wydobywa się toksyczny fosgen) w Chemiczno-Farmaceutycznej Spółdzielni Pracy w yob enicy.	1	D	redni	1. Wymagane jest podjęcie pewnych działań. 2. Opracowanie planu wewnętrznego ratowniczego i procedury postępowania.
Kolizja, wyciek i powódź w transporcie drogowym materiałów niebezpiecznych na terenie powiatu pilskiego.	4	C	redni	1. Wymagane jest podjęcie pewnych działań. 2. Współpraca władz lokalnych i służb ratowniczych w szczególności Policji.
Wybuch BLEVE, autocysterny 20t LPG, w terenie zabudowanym (najgorszy przypadek w transporcie materiałów niebezpiecznych).	1	E	wysokie	1. Wymagane jest podjęcie działań. 2. Wymagana jest koordynacja. 3. Zalecane jest przeprowadzenie badań związanych ze scenariuszami i podatnością na zagrożenie. 4. Opracowanie odpowiednich procedur. 5. Wyeliminowanie transportu materiałów niebezpiecznych przez centra miast (Wyrysk) poprzez budowę obwodnic lub budowę drogi powiatowej wyłącznie dla ruchu lokalnego (zmniejszenie ruchu na trasach przewozu chemikaliów).

Analiza ryzyka z wykorzystaniem metody APELL pozwoliła zidentyfikować, ocenić i zhierarchizować zagrożenia w powiecie pilskim i mieście Piya. Obiekty, które znajdują się w obszarze zarządzania (w macierzy ryzyka kolor żółty, pomarańczowy i czerwony), muszą być uwzględnione w planach ratowniczych oraz należy określić dla nich odpowiednie działania związane z prewencją, gotowością, a w szczególności z przygotowaniem siły rezerwy na wypadek mogących zaistnieć okoliczności przez nas zdarzeń. Działania powinny być skoordynowane w ramach systemu ochrony ludności, zorganizowanego zgodnie z polityką bezpieczeństwa określonej przez władze lokalne. Przeprowadzenie analizy ryzyka z wykorzystaniem tej metody ułatwia podejmowanie decyzji w grupie planowania, na temat strategii polityki bezpieczeństwa. Należy jednak pamiętać, że jest to metoda niezbyt dokładna. Należy ją traktować jako analizę wstępną, pozwalającą na identyfikację i hierarchizację ródeñryzyka, nie wnikając w techniczne detale. Zaliczana jest do zgrubnych metod analizy ryzyka.

Więcej informacji o metodzie APELL znajduje się w książce *APELL wiadomo zagrożenie i możliwości przygotowania się na wypadek wystąpienia awarii na Szczeblu Lokalnym: Procedura Reagowania na Awarie Technologiczne* (Instytut Ochrony środowiska, Warszawa 1999).