

# Koncepcja wykorzystania metody jakościowej do oceny ryzyka sieci średniego i niskiego ciśnienia

## Concept of using a qualitative method to assess the risk of medium and low pressure networks

Andrzej Rudzki <sup>\*)</sup>

**Słowa kluczowe:** rejon kontroli sieci, system zarządzania oceną ryzyka, metoda jakościowa, metoda Muhlbauera

### Streszczenie

Autor proponuje użycie metody jakościowej na bazie metody Muhlbauera do systemu zarządzania oceną ryzyka sieci dystrybucyjnych średniego i niskiego ciśnienia, wykorzystując podział sieci na rejony kontroli sieci.

**Keywords:** Hydrogen, energetics, hydrogen transformation, green hydrogen, electrolysis, renewable sources, zero emission, power to gas.

### Abstract

network control area, risk assessment management system, qualitative method, Muhlbauer method

## 1. Wstęp

Awaryje gazociągu, czyli niekontrolowany wypływ gazu na zewnątrz sieci gazowej, może powodować w praktyce poważne zagrożenie, włącznie z przypadkami zniszczenia mienia, utraty zdrowia lub nawet śmierci przez to iż, awaryje te mają zazwyczaj przebieg gwałtowny, nierzadko powodując wybuchy gazu. Aby doszło do wybuchu gazu oprócz tego, że gaz ziemny musi być zmieszany z powietrzem w odpowiedniej proporcji, tak aby stworzyć mieszaninę wybuchową, musi być także efektywne źródło zapłonu tej mieszanki. Ważny jest także obszar wpływu zagrożenia gazu na otoczenie, znajdujące się w pobliżu gazociągu, czy to infrastrukturalne czy inne. Obszar wpływu zagrożenia awarią jest związany z wielkością i szybkością wypływu medium.

Obowiązkiem operatora gazociągów, zarówno systemu dystrybucji jak i innych systemów przesyłania niebezpiecznych mediów, jest określenie potencjalnego poziomu ryzyka swojej działalności, a co za tym idzie, przedsięwzięcie niezbędnych środków zapobiegawczych i ograniczających ryzyko. Wynika z tego, że operator systemu dystrybucyjnego powinien wdrożyć system zarządzania ryzykiem eksploatacji sieci gazowej. System ten pozwala, oprócz określenia poziomu ryzyka działalności i prawidłowej eksploatacji sieci gazowej, również na optymalne wykorzystanie planowanych nakładów inwestycyjnych na wymianę awaryjnych części sieci gazowej. Niestety obecnie w Polsce żadna firma, zajmująca się eksploatacją sieci dystrybucyjnej, nie ma wdrożonego systemu zarządzania ryzykiem eksploatacji sieci gazowej.

Sieć gazowa obsługiwana przez operatora systemu dystrybucyjnego, czyli gazociągi niskiego i średniego ciśnienia, jest posadowiona na różnych rodzajach terenu, generalnie w obszarach zabudowanych. Sieć ta służy do dostawy gazu dla odbiorców końcowych i z reguły

jest rozgałęziona z licznymi przyłączami do poszczególnych budynków. Powoduje to, że nie można w miarę obiektywnie ocenić poziomu ryzyka dla całej sieci. Jednakże sieć gazowa na terenie gminy, miejscowości jest zazwyczaj zainwentaryzowana przez dystrybutora pod jednym numerem inwentarzowym. W zależności, czy jest to sieć niskiego czy średniego ciśnienia, każda z nich ma swój unikalny numer inwentarzowy, a ocena ryzyka dla całego takiego „numeru inwentarzowego” jest bardzo utrudniona czy wręcz niemożliwa. Możliwość oceny ryzyka sieci byłaby możliwa dla mniejszych odcinków sieci i bardziej do siebie zbliżonych, czy to poprzez parametry techniczne czy warunki posadowienia.

Takie możliwości dają nam podział sieci na rejony kontroli. Rejony kontroli sieci gazowej są podstawową jednostką eksploatacji sieci w każdej gazowni. Jest to podział w miarę naturalny sieci niskiego i średniego ciśnienia, w zależności od warunków w danej gazowni.

## 2. Rejony kontroli sieci gazowych

Rejony kontroli sieci gazowej są wyznaczone na podstawie obowiązujących u danego operatora instrukcji, dotyczących eksploatacji sieci. Z reguły są to odcinki sieci możliwe do sprawdzenia przez pracownika zajmującego się kontrolą w czasie jednej dniówki. Odcinki takie mogą się wahać od 4 do 8 km, w zależności od stopnia uzbrojenia terenu w którym jest położony gazociąg, ilości przyłączy odchodzących od gazociągu itp. Dla określenia obszaru kontroli wyznacza się tzw. strefy kontrolowane.

Strefą kontrolowaną jest obszar po obu stronach osi gazociągu, w której eksploatacja podejmuje działania zapobiegające negatywnemu oddziaływaniu, mającemu wpływ na jego trwałość i prawidłowe użytkowanie.

<sup>\*)</sup> Andrzej Rudzki; dr inż., Polska Spółka Gazownictwa Oddział Zakład Gazowniczy Zabrze – kierownik Działu Zarządzania Majątkiem Sieciowym

Użytkujący gazociąg na podstawie wyznaczonych stref kontrolowanych i ich właściwości (np. roku budowy, stanu technicznego, materiału z jakiego są zbudowane odcinki) klasyfikuje odcinki do odpowiedniego rejonu kontroli sieci. Rejon taki jest następnie klasyfikowany do odpowiedniej kategorii bezpieczeństwa użytkowania, co ma wpływ na czasookres kontroli tego rejonu. Każdy rejon kontroli jest przedstawiony graficznie na mapie, z przebiegiem sieci i dla każdego z nich jest opracowany roczny harmonogram kontroli. Kontrolę przeprowadza się w różny sposób. Najczęściej jest to kontrola obchodzona z użyciem ręcznych urządzeń jak metanomierze czy eksplozometry. Możemy także wykonywać kontrolę tzw. dywanową, za pomocą wózków ręcznych lub innych pojazdów (specjalistycznych samochodów, innych elektrycznych pojazdów). Na gazociągach wysokiego i średniego ciśnienia wykorzystujemy do kontroli tzw. obloty kontrolne wykonywane za pomocą helikoptera lub dronów.

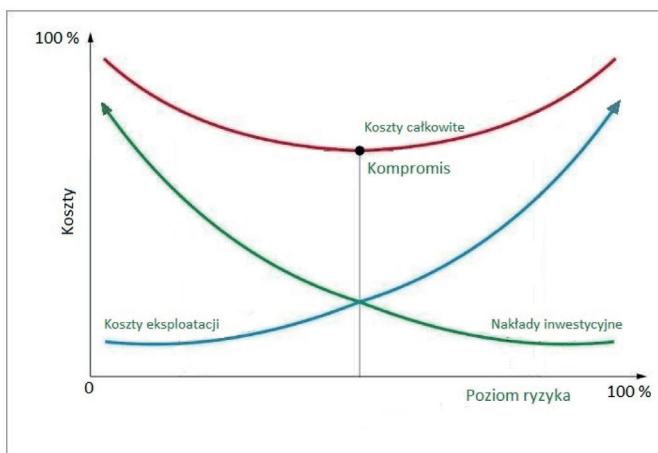
### 3. Ryzyko i zarządzanie nim w systemie sieci gazowych

Ryzyko opisuje się jako potencjalny wynik wystąpienia prawdopodobieństwa niepewnych zdarzeń, które mogą korzystnie lub niekorzystnie wpływać na budowę i eksploatacja sieci gazowej.

Zagrożenie w stosunku do sieci gazowej, jak i od niej w stosunku do otoczenia, istnieje cały czas, natomiast ryzyko z tym związane może potencjalnie wystąpić w przyszłości. Dlatego możemy mówić o prawdopodobieństwie wystąpienia szkody i jej dotkliwości dla otoczenia.

Zarządzanie ryzykiem jest procedurą niezbędną w kwestii podejmowaniu działań i kierowaniu w taki sposób, by prawdopodobieństwo wystąpienia danego zagrożenia zminimalizować do jakiegoś akceptowalnego założonego poziomu.

Najważniejszym problemem dla eksploatatora sieci gazowej jest ustalenie optymalnego poziomu ryzyka – kompromisu. Z doświadczenia wynika, że ustalenie ryzyka na zbyt wysokim poziomie prowadzi do wzrostu liczby awarii sieci, a tym samym do wzrostu kosztów eksploatacji. Natomiast wychylenie w drugą stronę, to jest ustalenie ryzyka na zbyt niskim poziomie, wiąże się ze wzrostem kosztów jego minimalizacji, czyli podniesienia nakładów inwestycyjnych.



Rys 1. Zależność między poziomem ryzyka a kosztami eksploatacji i nakładami inwestycyjnymi

Fig 1. Relationship between the level of risk and operating and investment costs

Proces oceny ryzyka rozpoczyna się od zidentyfikowania zagrożeń i następnie zdefiniowania ryzyka, związanego z tymi zagrożeniami. Każde z zagrożeń może wywoływać więcej niż jedno ryzyko, a dla każdego ryzyka może być konieczne wykonanie oceny ryzyka.

Metod oceny ryzyka jest wiele, ale każda z tych metod zawiera wspólne elementy, takie jak: identyfikacja zagrożeń, ocena prawdopodobieństwa ich wystąpienia a także jakie te zagrożenia mogą przynieść straty.

Każdy proces zarządzania ryzykiem składa się z czterech następujących po sobie etapów:

- identyfikacja ryzyka,
- sterowanie ryzykiem, czyli oszacowanie częstotliwości wystąpienia ryzyka i analiza konsekwencji jego wystąpienia,
- ocena ryzyka poprzez założone kryteria,
- podejmowanie decyzji do zapewnienie stabilnych wyników finansowych oraz warunków dalszego rozwoju.

W praktyce zarządzanie ryzykiem utożsamiane jest z procesami diagnozy i sterowania zmiennymi w czasie, dlatego proces zarządzania jest procesem dynamicznym.



Rys 2. Schemat postępowania w zarządzaniu ryzykiem

Fig. 2. Flowchart for risk management

Powtarzalność schematu postępowania w zarządzaniu ryzykiem nie oznacza, że działania na poszczególnych etapach będą identyczne.

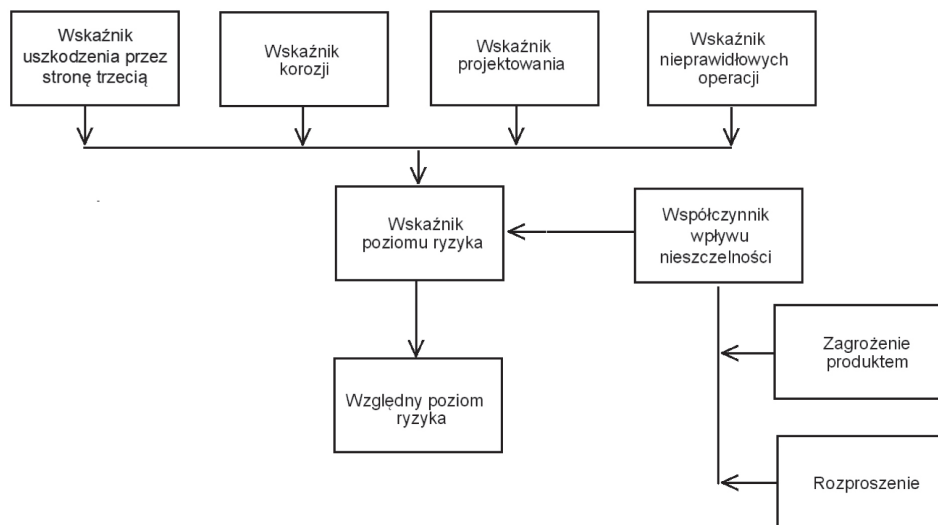
Oczywiście bazując na statystyce i doświadczeniu, możemy podejmować skuteczne działania zapobiegawcze.

Metody oceny ryzyka dzielimy na jakościowe i ilościowe. Ilościowe metody generalnie bazują na statystyce i możemy je wykorzystać, gdy ilość zdarzeń jest wystarczająca dla rachunku statystycznego.

W gazownictwie takie zdarzenia losowe występują bardzo rzadko i posiłkowanie się rachunkiem statystycznym, w oparciu o niepełne dane prowadzi do nie w pełni wiarygodnych wyników.

Dlatego konstruuje się algorytmy oparte na dobrych praktykach, wiedzy, intuicji i doświadczeniu. Są to metody jakościowe. Opracowany algorytm oceny ryzyka można modyfikować wraz ze wzrostem wiedzy i doświadczenia eksploatatora sieci gazowej. Narzędzie takie odzwierciedla bieżącą wiedzę i doświadczenie pracowników zajmujących się oceną ryzyka. Wykorzystując do oceny system punktowy i określając parametry wpływające na ryzyko eksploatacji gazociągu, możemy przypisując im odpowiednie wartości ocenić ciężar punktowy ryzyka. System taki mieści się w kategorii subiektywnych metod szacowania ryzyka i może być w obecnych warunkach stosowany do oceny poziomu ryzyka eksploatacji polskich sieci gazowych.

Reprezentantem takich systemów jest metoda Muhlbauera. Metoda ta do zastosowania w gazociągach średniego i niskiego ciśnienia wymaga modyfikacji do warunków w Polsce. Modyfikacja ta musi uwzględniać, zarówno modyfikację zawartości czynników wchodzących w skład oceny, jak i aspektów prawnych obowiązujących w polskim gazownictwie.



Rys. 3 Podstawowy model oceny ryzyka wg Muhlbauera.

Fig. 3 Muhlbauer's basic risk assessment model.

#### 4. Ogólna koncepcja metody oceny ryzyka

Wykorzystując np. jako podstawę metodę Muhlbauera, należałoby opracować metodę jakościową oceny ryzyka, uwzględniającą specyfikę sieci gazowych niskiego i średniego ciśnienia.

Podstawą metody jakościowej jest podział sieci na w miarę jednorodne odcinki, które są oceniane wg. wszystkich wskaźników określonych w niej. Na rys. 3 pokazano główne grupy wskaźników, które wpływają na całościowy wskaźnik poziomu ryzyka. Grupy te dzielą się na poszczególne czynniki oceniane w systemie punktowym, które sumując się w ramach jednej grupy określają nam wpływ poszczególnych czynników na całościowy wskaźnik poziomu ryzyka. Wskaźnik ten określany w ujęciu punktowym jest porównywany z współczynnikiem wpływu nieszczelności dla danego odcinka. Dzięki temu możemy określić względny poziom ryzyka dla określonego odcinka sieci a nie dla całej sieci.

Na podstawie takiego opracowania metody jakościowej, powinna powstać relacyjna baza danych uwzględniająca wszystkie wskaźniki określone w metodzie a także ich wpływ na odcinki sieci wyznaczone przez eksploatatora.

Największym problemem jest wyznaczenie w miarę jednorodnych odcinków sieci, dlatego proponuje się wykorzystanie naturalnego podziału sieci gazowej na rejonu kontroli sieci. Rejon kontroli sieci obejmuje sieć gazową jak opisano powyżej, którą może skontrolować pracownik w ramach swojej dziówki. Jest to zazwyczaj długość ok. 4 do 8 km. Na potrzeby oceny, ryzyka rejonu kontroli sieci należałoby podzielić na w miarę jednorodne odcinki, zgodnie z przyjętą metodą oceny. Podział taki polegałby na uwzględnieniu podstawowych atrybuty sieci, np. jednakowy rok budowy, jednakową średnicę, środowisko ułożenia gazociągu itp.

Zapisując w relacyjnej bazie danych ocenę poszczególnych odcinków sieci, w ramach rejonów kontroli, uzyskujemy w miarę obiektywny obraz ryzyka dla oznaczonego rejonu a sumując rejonu w ramach gazowni, otrzymamy obraz ryzyka dla poszczególnych gazowni.

Materiał takiej oceny ryzyka pozwoli operatorowi na podejmowanie odpowiednich decyzji, co do warunków dalszej eksploatacji, czy to odcinków sieci czy całych gazociągów w poszczególnych rejonach.

Operator może np. wykorzystując wiedzę, doświadczenie i intuicję swoją oraz ekspertów powołanych do oceny, uwzględniając czynniki zależne od warunków eksploatacji, zmodyfikować czynności na sieci (np. zwiększając częstotliwość kontroli sieci), aby zmniejszyć ryzyko opisane w poszczególnych wskaźnikach.

W metodzie jakościowej oceny ryzyka czynniki wpływające na eksploatację w ramach głównych grup dzielą się na czynniki atrybutywne i zapobiegawcze, dlatego operator ma jedynie wpływ na zapobiegawcze i te może modyfikować.

W przypadku, gdy nie ma możliwości modyfikacji czynności na sieci, tzn. trzeba zmienić czynniki atrybutywne, zachodzi potrzeba zakwalifikowania odcinka do modernizacji. Jest to właściwie końcowa decyzja eksploatatora, co do dalszej eksploatacji tego odcinka.

#### 5. Podsumowanie

Zastosowanie metody do oceny sieci średniego i niskiego ciśnienia w rejonach kontroli sieci umożliwia lokalizację odcinków gazociągów o podwyższonym poziomie względnego ryzyka. Odcinki takie należy, w wyniku działań zarządczych, doprowadzić do poziomu założonego ryzyka dla całej sieci znajdującej się w obrębie rejonu kontroli.

W związku z niekorzystną strukturą wiekową sieci gazowych (wiele z gazociągów ma więcej niż 25 lat) obecnie operator podejmuje decyzje co do ich wymiany na nowe. Taka decyzja wymiany czy też modernizacji jest w wielu przypadkach nieekonomiczna, gdyż sieć taka mogłaby służyć jeszcze wiele lat po jej dostosowaniu do założonego poziomu ryzyka. Decyzje takie biorą się z braku odpowiednich narzędzi do oceny ryzyka i możliwości całościowego spojrzenia na problem. Operator taki prowadzi eksploatację nieefektywnie, gdyż kwalifikuje sieć do wymiany, mając jedynie za kryteria lata eksploatacji i przypadkowe awarie.

Przy ograniczonym poziomie nakładów inwestycyjnych, wymieniając sieć na podstawie jedynie takich kryteriów, sieć jest modernizowana tzn. wymieniana na nową nieefektywnie. Nakłady na wymianę sieci można by spożytkować bardziej celowo i lepiej je wykorzystać na modernizację naprawdę koniecznych odcinków.

Także wykorzystując metodę oceny można zwrócić uwagę na uzupełnienie dokumentację posiadanych sieci które należy sukcesywnie uzupełniać w istniejącej bazie danych. ■

#### LITERATURA

- [1] Materiały własne.
- [2] Muhlbauer W. K. 2013. „Zarządzanie ryzykiem w eksploatacji rurociągów” Wydawnictwo Fluid System Sp. z o.o., Warszawa.
- [3] Rudzki A. 2019. „Metoda określania poziomu ryzyka eksploatacji gazociągów transportowych” Praca doktorska, Politechnika Warszawska, Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska.
- [4] Osiadacz A.J., Rudzki A. „Metoda oceny poziomu ryzyka eksploatacji sieci gazowych” Gaz, Woda i Technika Sanitarna 3(2020) pp. 2-8 DOI:10.15199/17.2020.3.1
- [5] Ustawa z dnia 10.04.1997 r. Prawo Energetyczne.
- [6] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 26 kwietnia 2013 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe i ich usytuowanie.
- [7] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 2 lipca 2010 r. w sprawie szczególnych warunków funkcjonowania systemu gazowego.