

# 5. WYKORZYSTANIE OPINII EKSPERTÓW DO IDENTYFIKACJI CZYNNIKÓW RYZYKA W REALIZACJI SYSTEMÓW WODOCIĄGOWYCH I KANALIZACYJNYCH

Iwona Rybka<sup>1</sup>, Elżbieta Bondar-Nowakowska<sup>2</sup>,  
Mieczysław Połoński<sup>3</sup>

## 5.1. WSTĘP

Identyfikacja czynników ryzyka polega na wskazaniu zdarzeń lub warunków, które mogą stanowić zagrożenie w osiągnięciu celów przedsięwzięcia, takich jak realizacja pełnego zakresu robót w zaplanowanym terminie oraz przy założonym budżecie. Należy tu zwrócić uwagę na duże znaczenie tego działania w procesie zarządzania ryzykiem, bowiem żaden, nawet najlepszy model ryzyka, nie będzie użyteczny, jeżeli nie przeprowadzi się rzetelnego rozpoznania zagrożeń oraz nie przygotuje danych wejściowych do analiz. Nieprzewidywalność zdarzeń, wynikająca ze złożoności problemu utrudnia określenie wariantów działania, ich skutków oraz dokonanie wyboru właściwego wyboru.

Na duże znaczenie identyfikacji czynników ryzyka wskazują w swoich pracach m.in. Chong i Brown (2001), Małara (2008), Oliveros i Fayek (2005), Pritchard (2002), Skorupka (2008), Kapliński (2007). Natomiast Pliszek (2013) stwierdza, że pomimo wielu funkcjonujących obecnie metod do zarządzania ryzykiem, proces identyfikacji ryzyka w dalszym ciągu opiera się na tradycyjnych metodach,

---

<sup>1</sup>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji, e-mail: i.rybka@biuroinwestorskie.pl

<sup>2</sup>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji, e-mail: elzbieta.bondar-nowakowska@upwr.edu.pl

<sup>3</sup>Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, e-mail: mieczyslaw\_polonski@sggw.pl

bazujących głównie na doświadczeniu uczestników procesu inwestycyjnego. Istnieje zatem potrzeba rozpoznania czynników generujących ryzyko niedotrzymania terminu zakończenia robót, przekroczenia zaplanowanego budżetu czy niewykonania pełnego zakresu robót. Trzeba jednak zaznaczyć, że ich identyfikacja jest trudna ze względu na małą liczbę zarejestrowanych danych, a rozpoznanie problemu w znacznym stopniu zależy od percepcji prowadzącego analizę (Jannadi i Almischari, 2003).

Każde przedsięwzięcie budowlane jest niepowtarzalne. Charakteryzuje się specyficznym otoczeniem prawno-ekonomicznym, innym miejscem i warunkami realizacji, zróżnicowanymi zasobami oraz kadrą zarządzającą. W związku z tym odczuwa się brak metod identyfikacji ryzyka pozwalających na całkowite wyeliminowanie subiektywizmu. Problem ten jest szeroko opisywany w literaturze przedmiotu (Chong i Brown, 2001; Oliveros i Fayek, 2005; Pritchard, 2002; Kapliński, 2007; Skorupka, 2008; Adams, 2008; Rybka i Bondar-Nowakowska, 2010; Rybka, Bondar-Nowakowska i Połoński, 2015). Ponadto szybko postępujący rozwój technologiczny oraz organizacyjny w realizacji obiektów wodociągowych i kanalizacyjnych powoduje, że na podstawie zgromadzonych, historycznych danych coraz trudniej jest określić prawdopodobieństwo możliwych zdarzeń niepożądanych jak i zakres ich oddziaływania na proces inwestycyjny. Z tych względów cennym źródłem informacji, dla opracowujących plan zarządzania ryzykiem, może być wiedza osób z wieloletnim doświadczeniem w tej branży. Jedną z metod pozyskania tej wiedzy jest metoda badań eksperckich. Skorupka (2007) oraz Pritchard (2002) wskazują, że analizując doświadczenie ekspertów można dokonać uniwersalizacji obszarów ryzyka.

Celem pracy jest wskazanie czynników, które generują zdarzenia ryzyka podczas realizacji robót wodociągowych i kanalizacyjnych, klasyfikacja tych zdarzeń pod względem częstości ich występowania oraz określenie siły ich oddziaływania na czas realizacji, koszt inwestycji a także zakres robót. Podstawę analizy stanowią odpowiednio zebrane i opracowane oceny oraz opinie osób z wieloletnim doświadczeniem w analizowanej branży.

## 5.2. MATERIAŁ I METODY BADAWCZE

### 5.2.1. DOBÓR EKSPERTÓW

Ankiety eksperckie wymagają spełnienia dwóch warunków wstępnych. Pierwszy z nich to dobór odpowiednich osób do ankietyzacji, drugi – przygotowanie i przeprowadzenie ankiet.

Przy doborze ekspertów kierowano się ich doświadczeniem zawodowym w zakresie organizowania oraz realizacji obiektów wodociągowych i kanalizacyjnych. Podstawowym wyznacznikiem doświadczenia był co najmniej pięcioletni staż pracy oraz udział w realizacji przynajmniej pięciu inwestycji. Swoje zadania zawo-

dowe ekspert powinien był realizować na jednym ze stanowisk:

- kierownik budowy/robót,
- inspektor nadzoru inwestorskiego/inżynier kontraktu (inżynier konsultant),
- kierownik projektu po stronie wykonawcy,
- kierownik projektu po stronie inwestora,
- projektant.

Ostatecznie w badaniu uczestniczyło 51 osób. W swojej działalności zawodowej osoby te były odpowiedzialne za kompleksowe zarządzanie kontraktem, zarówno z pozycji inwestora, jak i wykonawcy. Pełniły one nadzór nad realizacją robót oraz odpowiadały za działania administracyjne i finansowe. Każda z tych osób, w swojej działalności zawodowej, miała możliwość szerokiego spojrzenia na kontrakt, z uwzględnieniem występujących w nim zagrożeń oraz ich konsekwencji. Doświadczenie w tym zakresie gwarantowało odpowiednie kompetencje wszystkich uczestników badania.

### 5.2.2. PRZYGOTOWANIE ANKIETY

Formularz ankiety składał się z dwóch części. Pierwsza część zawierała pytania, które miały na celu sprawdzenie, czy dana osoba spełniała warunki kwalifikujące ją do grupy ekspertów. W drugiej części ankiety przedstawiono listę czynników, będących potencjalnym źródłem zdarzeń ryzyka. Dobór tych czynników był wynikiem studiów literaturowych, wywiadów, doświadczenia autorów oraz badań pilotażowych z udziałem trzech ekspertów. Ostatecznie wyodrębniono 25 czynników. Były to:

1. Błędy i/lub nieściśłości w dokumentacji projektowej.
2. Konieczność aktualizowania rozwiązań projektowych w wyniku postępu technologicznego.
3. Brak odpowiedniego nadzoru autorskiego.
4. Niska wydajność maszyn, sprzętu oraz urządzeń technologicznych spowodowana przez niewłaściwy dobór, niedostateczną liczbę i/lub awaryjność.
5. Brak wykwalifikowanych pracowników produkcyjnych.
6. Niewłaściwe zarządzanie zasobami ludzkimi po stronie wykonawcy (m.in. brak nadzoru nad podwykonawcami).
7. Niedostosowany do zamierzeń harmonogram wykonywania robót (błędne założenia czasowe).
8. Niewłaściwe zarządzanie robotami budowlanymi (m.in. brak koordynacji międzybranżowej).
9. Działania naprawcze na skutek złej jakości robót (negatywne wyniki prób i badań).
10. Niekompetentny i/lub niedostateczny nadzór budowy.

11. Uchybienia w postępowaniu przetargowym.
12. Warunki umowy niedostosowane do specyfikacji kontraktu (m.in. wadliwy opis przedmiotu zamówienia, wady formalno-prawne umowy, niejednoznaczne określenie obowiązków stron).
13. Opóźnienie częściowej zapłaty ze strony inwestora.
14. Słabe przygotowanie kadrowe i organizacyjne po stronie inwestora.
15. Zmiany prawa i/lub niespójne zapisy prawne.
16. Przewlekłość, brak skoordynowania procedur administracyjnych i/lub duża liczba instytucji zaangażowanych w proces inwestycyjny.
17. Niesprzyjająca sytuacja gospodarcza/ekonomiczna.
18. Nieprzewidziane przeszkody fizyczne/kolizje.
19. Niekorzystne warunki pogodowe.
20. Niekorzystne warunki hydrogeologiczne.
21. Nadzwyczajne zjawiska przyrodnicze takie jak powódź, huragan.
22. Zdarzenia losowe takie jak pożar, kradzież, wandalizm.
23. Niesprzyjające działania społeczne – protesty ekologów, mieszkańców lub innych osób trzecich.
24. Trudności w przygotowaniu pod względem formalno-prawnym i technicznym terenów pod inwestycje.
25. Uchybienia w przygotowaniu inwestycji (braki w kompletacji wymaganych pozwoleń, uzgodnień itp.).

Wypełniający ankietę wskazywał czy w swojej praktyce zetknął się z oddziaływaniem danego czynnika na realizację obiektu oraz czy zdarzenia generowane przez ten czynnik miały wpływ na opóźnienie terminu zakończenia inwestycji, zwiększenie kosztu inwestycji i/lub wykonanie zakresu rzeczowego (odpowiedzi tak lub nie, bez oceny siły oddziaływania).

### 5.2.3. OPRACOWANIE WYNIKÓW ANKIET

W pierwszej kolejności dokonano wstępnego przeglądu wyników ankiet. Porównano je ze sobą pod względem liczby wskazań ekspertów na dany czynnik jako źródło zdarzeń ryzyka oraz na obszar jego oddziaływania. Pod uwagę wzięto: planowany termin zakończenia robót, koszt realizacji przedsięwzięcia oraz zakres realizowanych robót. Do porównań ocen ekspertów wykorzystano dwie miary statystyczne – wskaźnik podobieństwa struktur oraz współczynnik rang Spearmana (Lipiec-Zajchowska, 2003).

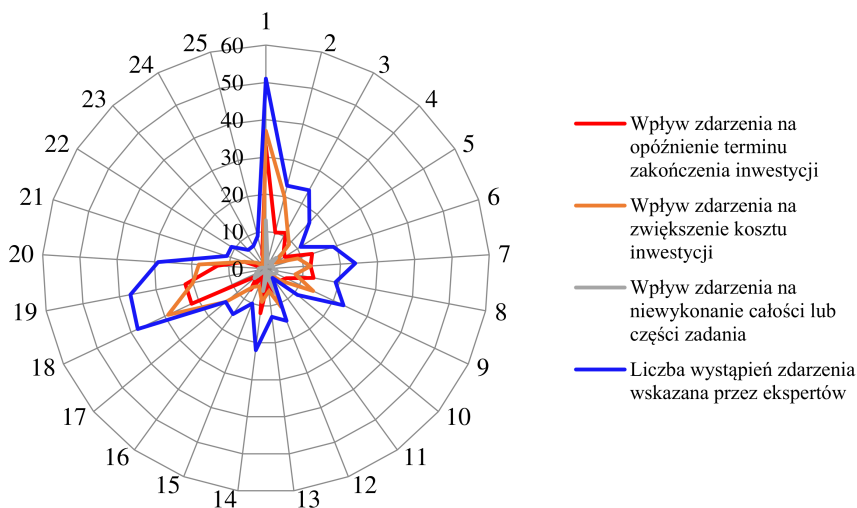
Do oceny wpływu zdarzeń, spowodowanych przez wyszczególnione w ankiecie czynniki na rozpatrywane cele przedsięwzięcia, wykorzystano metodę analizy korespondencji (Correspondence Analysis, CA). Metodę charakteryzuje szeroki zakres zastosowań oraz możliwość graficznej prezentacji wyników badań. Jedną

z istotnych zalet analizy korespondencji jest to, że służy ona do analizy danych jakościowych. Dane takie dominują w badaniach, które są oparte na sondażach wykonanych za pomocą ankiety lub wywiadu kwestionariuszowego (Górniak, 2000).

Analiza korespondencji jest to metoda statystyczna z grupy wielowymiarowych technik badania współzależności danych, która przy zachowaniu możliwie największej liczby pierwotnych informacji, w przestrzeni o mniejszej liczbie wymiarów, prezentuje w graficznej postaci zależności między analizowanymi zmiennymi. Metoda daje możliwość wyjaśnienia tendencji występowania określonej konfiguracji obiektów przez odwołanie się do oddziaływania ukrytych cech, reprezentowanych przez uzyskane w wyniku analizy czynniki/wymiary. Wyniki analizy danych przedstawiane są w postaci mapy percepcji, w niskowymiarowej przestrzeni (Gatnar, 2011). W pracy analizę korespondencji przeprowadzono przy wykorzystaniu środowiska R.

### 5.3. WYNIKI

Wyniki ankiety w zakresie częstości występowania zdarzeń niepożądanych, generowanych przez czynniki uwzględnione w ankiecie oraz obszary oddziaływania tych zdarzeń przedstawione są na rys. 1.



Rys. 1. Częstość wskazań ekspertów na występowanie zdarzeń ryzyka oraz obszary ich oddziaływania. Źródło: opracowanie własne na podstawie badań ankietowych.

Analiza danych z rys. 1 wskazuje, że występuje duża zbieżność w opiniach ekspertów. Dotyczy ona zarówno częstości występowania zdarzeń, których źródłem są uwzględnione w ankiecie czynniki ryzyka, jak również obszarów ich oddziaływania. Przedstawione w tabeli 1 wskaźniki podobieństwa struktur oraz współczyn-

Tabela 1.

Wskaźniki podobieństwa zbiorów zawierających oceny ekspertów. Źródło: opracowanie własne.

Podobieństwo	Wystąpienie zdarzenia generowanego przez dany czynnik	Zagrożenia dla terminu zakończenia przedsięwzięcia		Zagrożenia dla budżetu przedsięwzięcia		Zagrożenia dla zakresu rzeczowego przedsięwzięcia	
		Wskaźnik podob.	Wsp. Spearmana	Wskaźnik podob.	Wsp. Spearmana	Wskaźnik podob.	Wsp. Spearmana
Wystąpienie zdarzenia generowanego przez dany czynnik	X	0,87	0,94	0,87	0,93	0,69	0,82
Zagrożenia dla czasu realizacji przedsięwzięcia			X	0,84	0,92	0,69	0,89
Zagrożenia dla budżetu przedsięwzięcia					X	0,71	0,87
Zagrożenia dla zakresu rzeczowego przedsięwzięcia							X

niki korelacji kolejnościowej Spearmana potwierdzają ten wynik. Im wskaźniki te są bliższe jedności, tym struktury porównywanych zbiorów są bardziej do siebie zbliżone. Świadczy to, że informacje dotyczące przedmiotu badań otrzymane od każdego z uczestników z osobna są co najmniej tak wartościowe, jak od całej grupy.

Z punktu prowadzonych badań jest to wynik korzystny, gdyż świadczy o tym, że 51 osób biorących udział w ankiecie doświadczyło podobnych obserwacji w zakresie przedmiotu badań, a zebrane dane stanowią wiarygodny materiał. W konsekwencji wyniki analizy mogą pozwolić na konstrukcję precyzyjniejszych prognoz w zakresie identyfikacji zdarzeń ryzyka oraz oceny ich wpływu na realizowane inwestycje z zakresu wodociągów i kanalizacji. W przypadku, gdyby eksperci nie wykazali się dostateczną zgodnością swoich opinii, prognozy te byłyby obciążone wysokim stopniem niepewności.

Wykorzystanie metody analizy korespondencji do analizy wyników badań ankietowych miało na celu uzyskanie odpowiedzi na następujące pytania:

- jaki jest wpływ zdarzeń niepożądanych wyszczególnionych w ankiecie, na terminowe wykonanie przedsięwzięcia?
- jaki jest wpływ tych zdarzeń na wykonanie przedsięwzięcia zgodnie z zaplanowanym budżetem?
- jaki jest wpływ tych zdarzeń na wykonanie obiektu w zakresie, określonym w projekcie technicznym?
- jaki jest wpływ tych zdarzeń równocześnie na wszystkie wyżej wymienione obszary?
- które zagrożenia są podobne do siebie pod względem oddziaływania na cele projektu?

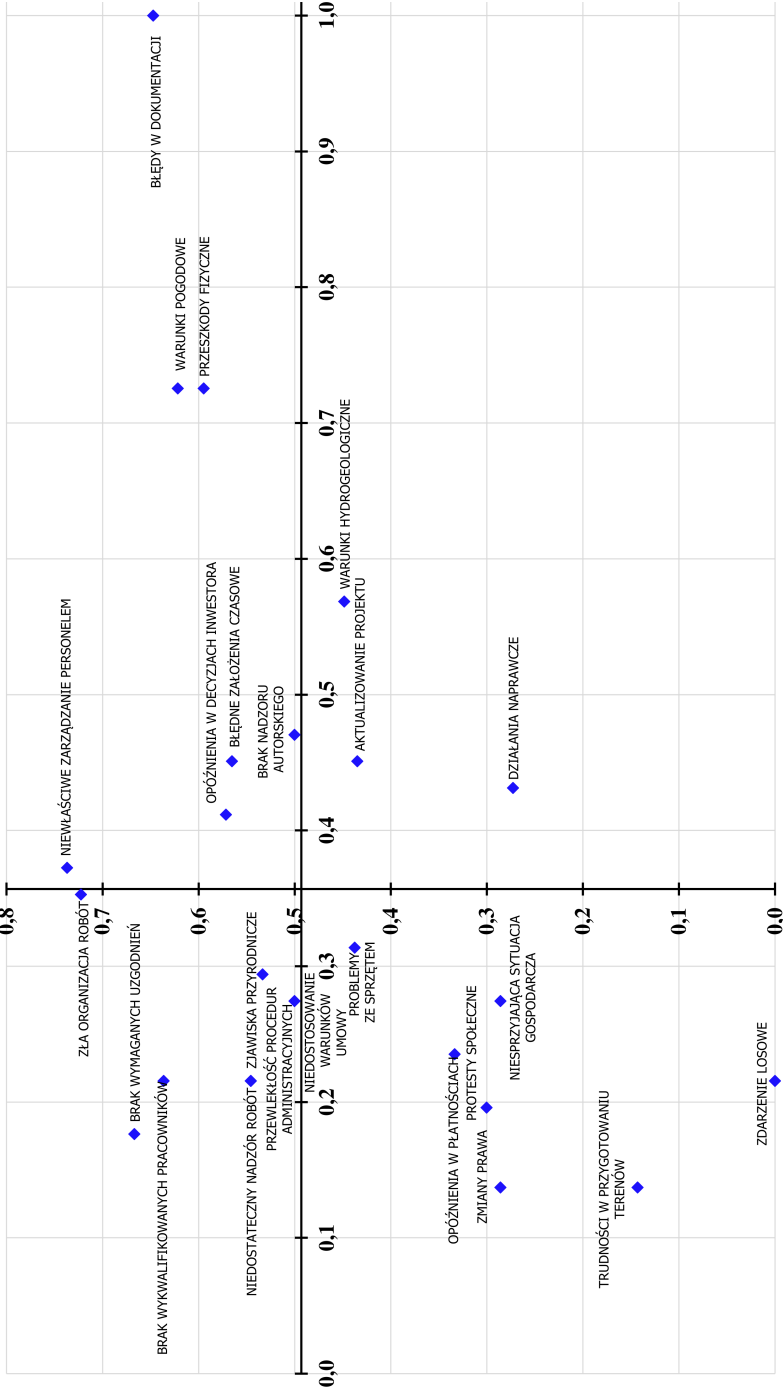
Wyniki przeprowadzonych analiz przedstawiono na rys. 2–5. Są to dwuwymiarowe wykresy zawierające 25 punktów, odpowiadające rozpatrywanym czynnikom ryzyka. Na rys. 2 przedstawiony jest związek zdarzeń niepożądanych z terminem ukończenia inwestycji. Wykres na rys. 3 określa zależność między wystąpieniem zdarzeń, a zaplanowanym budżetem inwestycji. Na rys. 4 pokazane jest oddziaływanie generowanych zdarzeń na zrealizowanie pełnego zakresu robót.

Przedstawione wykresy analizowano w dwóch aspektach:

- 1) położenia punktów odpowiadających zdarzeniom ryzyka względem środka układu odniesienia,
- 2) położenia tych punktów względem siebie.

Na każdym, z przedstawionych wykresów, układ odniesienia stanowi punkt przecięcia się osi. Początek układu współrzędnych jest tak określony, że stanowi on średnią wartość dla każdej zmiennej. W związku z tym reprezentuje on przeciętny profil rozpatrywanych zmiennych. Zdarzenia ryzyka położone blisko tego punktu charakteryzują się zbliżoną do średniej możliwością wystąpienia w trakcie realizacji przedsięwzięcia oraz zbliżonym do średniej oddziaływaniem na roz-

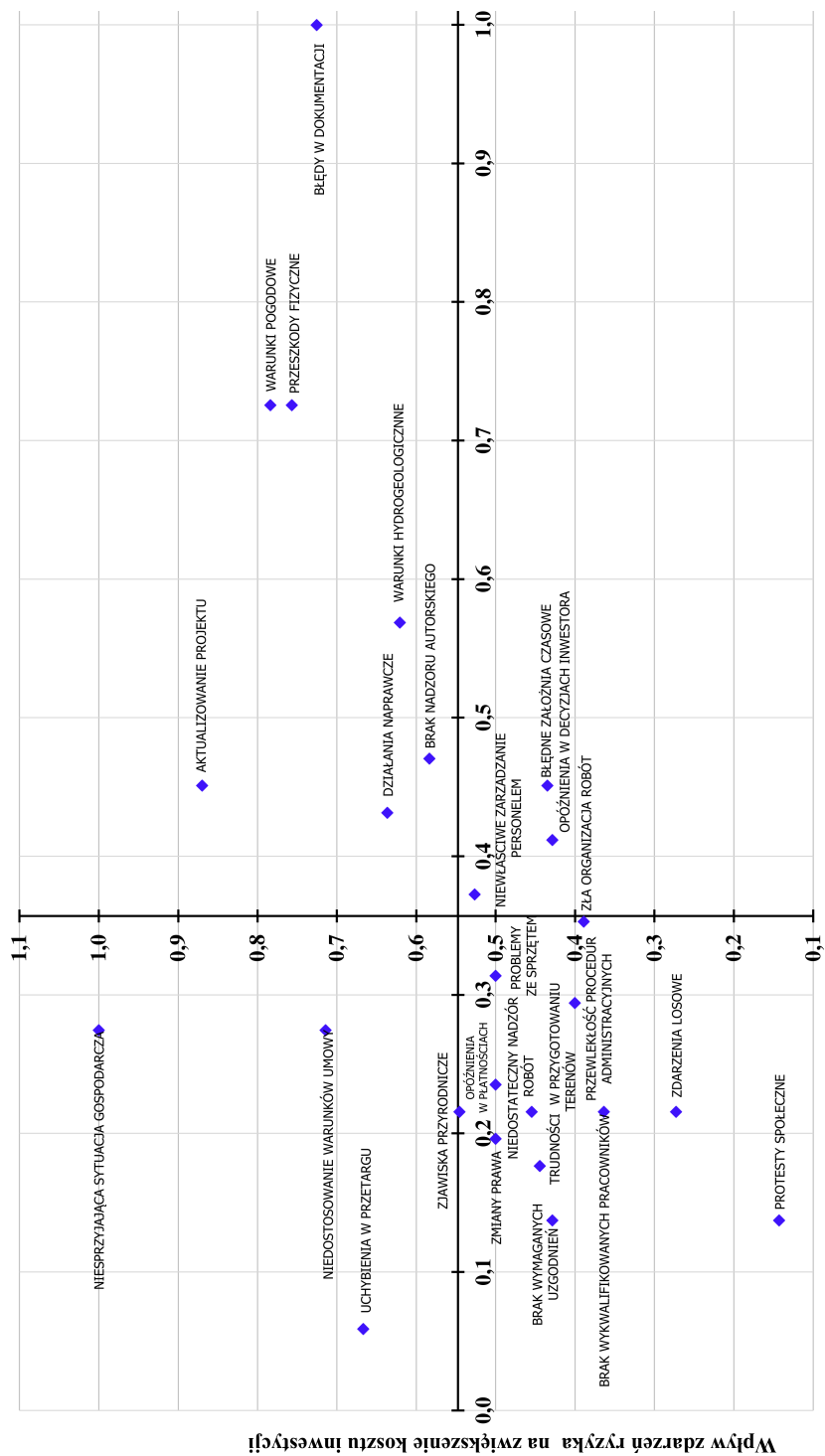
Wpływ zdarzeń ryzyka na opóźnienie terminu zakończenia inwestycji!



Możliwość wystąpienia zdarzenia ryzyka

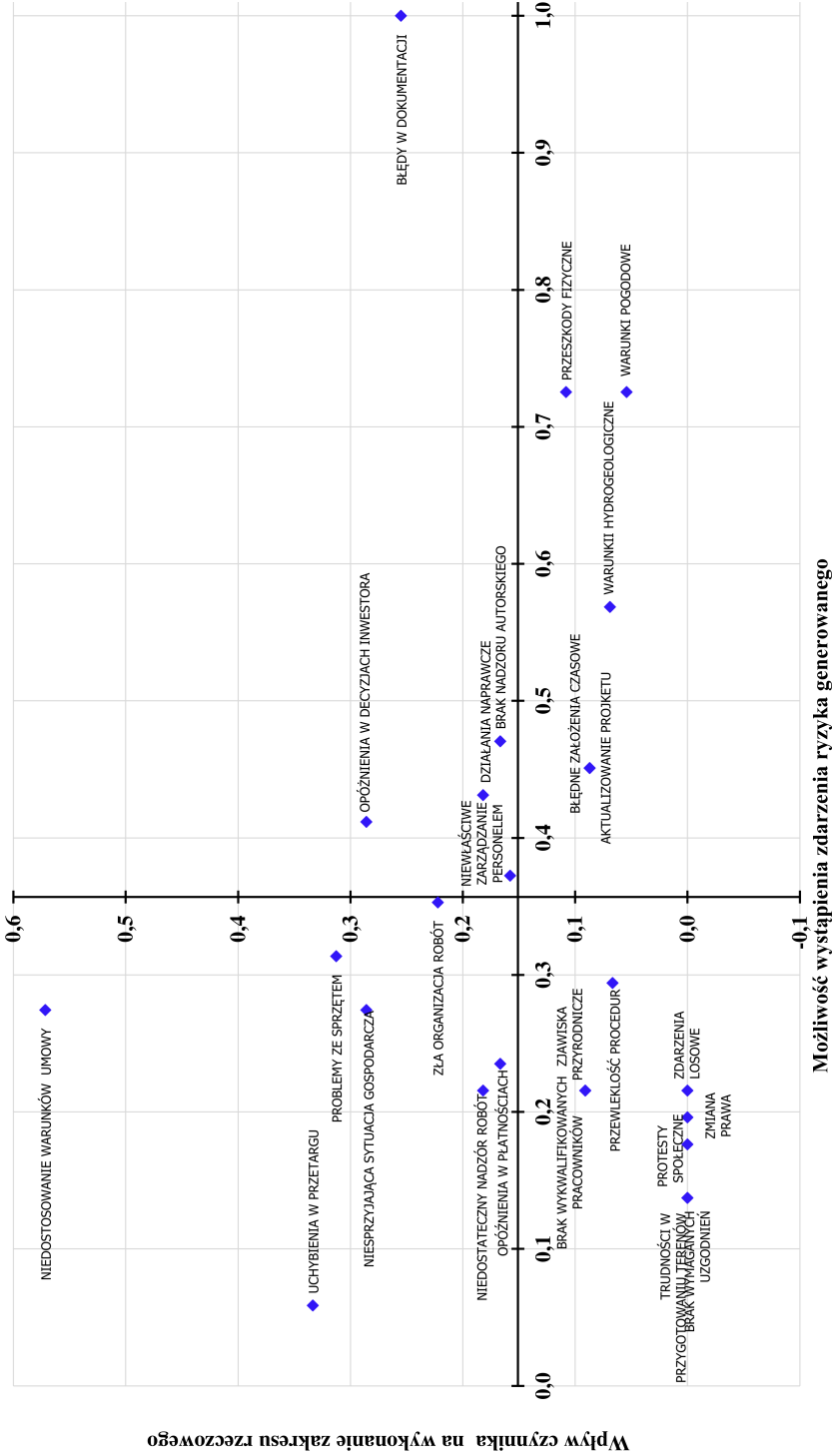
Rys. 2. Wyniki analizy korelacji – wykres powiązań między rozpatrywanymi czynnikami ryzyka a terminowym ukończeniem inwestycji. Źródło: Opracowanie własne na podstawie badań ankietowych.





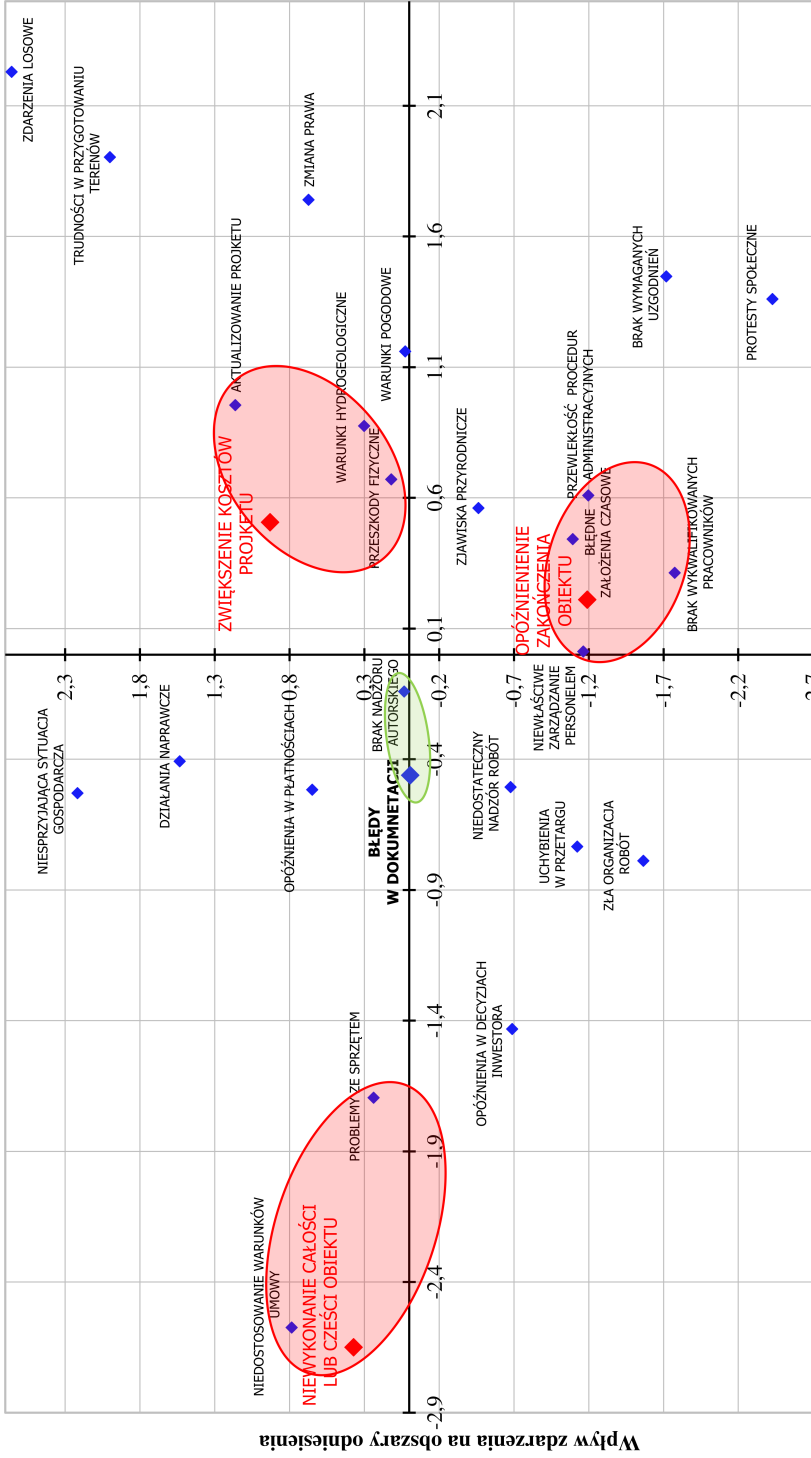
Możliwość wystąpienia zdarzenia ryzyka generowanego

Rys. 3. Wyniki analizy korespondencji – wykres powiązań między rozpatrywanymi czynnikami ryzyka a przekroczeniem planowanych kosztów inwestycji. Źródło: Opracowanie własne na podstawie badań ankietowych.



Możliwość wystąpienia zdarzenia ryzyka generowanego

Rys. 4. Wyniki analizy korelacyjnej – wykres struktury powiązań między rozpatrywanymi czynnikami ryzyka a niewykonaniem inwestycji. Źródło: Opracowanie własne na podstawie badań ankietowych.



Rys. 5. Wyniki analizy korespondencji – wykres powiązań między zdarzeniami ryzyka a obszarami ryzyka. Źródło: Opracowanie własne na podstawie badań ankietowych.

patrywany obszar ryzyka tj. odpowiednio – niedotrzymanie terminu realizacji, przekroczenie budżetu czy niewykonanie pełnego zakresu inwestycji.

Analiza obszaru rzutowania względem osi pionowej odnosi się do częstości wskazań ekspertów występowania danego zdarzeń. Po prawej stronie względem środka układu znajdują się czynniki, których możliwość wystąpienia jest wyższa od przeciętnej. Im punkt reprezentujący dany czynnik położony jest dalej od przecięcia osi, tym większe jest prawdopodobieństwo, że dane zdarzenie wystąpi w trakcie realizacji robót. Natomiast punkty po lewej stronie odpowiadają czynnikom charakteryzującym się mniejszą częstotliwością występowania. Rozrzut punktów wzdłuż osi pionowej wskazuje na siłę oddziaływania zdarzenia na rozpatrywany obszar ryzyka. Zdarzenia ryzyka, które znajdują się powyżej punktu odniesienia, wykazują wyższe od średniego oddziaływanie na czas (rys. 2), koszt (rys. 3) lub zakres wykonania robót (rys. 4), a poniżej skutki ich oddziaływania na te obszary są mniejsze.

Punkty, które na wykresach są położone w niewielkiej odległości od siebie, reprezentują podobne własności w zakresie możliwości wystąpienia oraz oddziaływana na założony cel projektu.

Analizując mapy percepcji przedstawione na rys. 2, 3 i 4 należy stwierdzić, że w trakcie realizacji inwestycji najczęściej mogą wystąpić zdarzenia spowodowane przez:

- błędy i/lub nieścisłości w dokumentacji projektowej,
- nieprzewidziane przeszkody fizyczne/kolizje,
- warunki pogodowe,
- warunki hydrogeologiczne,
- brak odpowiedniego nadzoru autorskiego.

Równocześnie należy zauważyć, że wpływ tych zdarzeń na opóźnienie terminu zakończenia oraz zwiększenie kosztu inwestycji może być poważny. Oznacza to, że wskazane czynniki generują wysoki poziom ryzyka harmonogramowego oraz kosztowego podczas realizacji inwestycji wodociągowych i kanalizacyjnych.

Z przedstawionych na rys. 2 – 4 wykresów wynika, że punkty odpowiadające poszczególnym zdarzeniom ryzyka są rozmieszczone nierównomiernie. Analizując wpływ zdarzeń niepożądanych na termin realizacji inwestycji, można wskazać cztery charakterystyczne zgrupowania.

Do pierwszego zgrupowania należą:

- błędy i/lub nieścisłości w dokumentacji projektowej,
- nieprzewidziane przeszkody fizyczne,
- niekorzystne warunki pogodowe.

Czynniki te charakteryzują się wyraźnie wyższą od przeciętnej możliwością wystąpienia oraz wyższym od przeciętnego niekorzystnym oddziaływaniem na termin zakończenia inwestycji.

Do drugiej grupy zagrożeń należą:

- konieczność aktualizowania rozwiązań projektowych w związku z postępowaniem technologicznym,
- brak odpowiedniego nadzoru autorskiego,
- niekorzystne warunki hydrogeologiczne.

Zdarzenia spowodowane przez te czynniki mogą wystąpić częściej niż przeciętne, lecz wykazują mniejszy od średniego wpływ na termin końcowy przedsięwzięcia.

Trzecie zgrupowanie obejmuje następujące czynniki:

- opóźnienie płatności ze strony inwestora,
- zmiany prawa i/lub niespójne zapisy prawne,
- niesprzyjającą sytuację gospodarczą/ekonomiczną,
- niesprzyjające działania społeczne.

Zagrożenia te charakteryzują się mniejszą od przeciętnej częstością występowania oraz mniejszym oddziaływaniem na czas realizacji obiektu. Według ankietowanych ekspertów ta grupa zdarzeń w najmniejszym stopniu zagraża terminowemu zakończeniu inwestycji.

W skład czwartej grupy zdarzeń wchodzi:

- niedostosowanie warunków umowy do specyfiki kontraktu,
- przewlekłość, brak skoordynowania procedur administracyjnych i/lub duża liczba instytucji zaangażowanych w proces inwestycyjny,
- niekompetentny i/lub niedostateczny nadzór budowy,
- nadzwyczajne zjawiska przyrodnicze takie jak powódź, huragan.

Wspólną cechą tych zdarzeń jest mniejsza od przeciętnej możliwość wystąpienia. Jednak istnieje duże prawdopodobieństwo, że jeśli wystąpią, to mogą spowodować przekroczenie zaplanowanego terminu ukończenia inwestycji.

Przedstawiony na rys. 3 układ punktów wskazuje, że w trakcie realizacji obiektu istnieje wysokie prawdopodobieństwo wystąpienia błędów projektowych, które mogą wpłynąć na zwiększenie kosztu jego wykonania.

Przeprowadzając analizę wpływu pozostałych czynników na ryzyko kosztowe należy zwrócić uwagę na następujące z nich:

- potrzeba aktualizowania rozwiązań projektowych w związku z postępowaniem technologicznym,
- niekorzystne warunki pogodowe,
- nieprzewidziane przeszkody fizyczne/kolizje,
- działania naprawcze na skutek złej jakości robót,
- niekorzystne warunki hydrogeologiczne,
- brak odpowiedniego nadzoru autorskiego.

Czynniki te charakteryzują się wyższą od przeciętnej możliwością wystąpienia oraz wyższym od przeciętnego wpływem na koszt inwestycji.

Na rys. 4 przedstawiono oddziaływanie rozpatrywanych zdarzeń ryzyka na wykonanie pełnego zakresu robót. Wyraźne jest jedno skupienie zdarzeń, których źródłem są:

- brak wymaganych uzgodnień, wynikający z niewłaściwego przygotowania inwestycji,
- trudności w przygotowaniu, pod względem formalno-prawnym i technicznym, terenów pod inwestycje,
- niesprzyjające działania społeczne,
- zdarzenia losowe,
- zmiany prawa i/lub niespójne zapisy prawne.

Z wykresu wynika, że zdarzenia te rzadko są przyczyną niewykonania obiektu. Również skutki ich wystąpienia są mniej dotkliwe niż pozostałych zdarzeń. Natomiast do szczególnie niekorzystnych ze względu na zakres wykonanych robót należą:

- błędy w dokumentacji projektowej,
- niedostosowanie warunków umowy do specyfiki inwestycji,
- uchybienia w postępowaniu przetargowym.

W pierwszym przypadku istnieje duże prawdopodobieństwo zaistnienia tego zdarzenia. W drugim jest ono małe, lecz jeśli wystąpi może przyczynić się do przerwania procesu realizacji.

Kolejnym krokiem w prowadzonych badaniach było wykorzystanie metody analizy korespondencji do określenia wpływu poszczególnych czynników jednocześnie na wszystkie rozpatrywane obszary ryzyka. Wyniki tej analizy przedstawione są na rys. 5. Punkty odniesienia odpowiadające poszczególnym kategoriom ryzyka oznaczone są na rysunku kolorem czerwonym. O zakresie oddziaływania czynnika na poziom ryzyka decyduje odległość od punktu oznaczającego dany obszar.

Analizując wykres, szczególną uwagę należy zwrócić na błędy i/lub nieściśłości w dokumentacji projektowej oraz nieodpowiedni nadzór autorski nad realizowanym obiektem. Punkty odpowiadające tym zagrożeniom usytuowane są w podobnych odległościach od punktów reprezentujących poszczególne obszary odniesienia. Świadczy to, że zdarzenia te mają podobny wpływ na każdy rodzaj ryzyka. Należy zwrócić uwagę, że są one związane z procesem projektowania. Ponadto z rys. 5 wynika, że spośród rozpatrywanych czynników największa ich liczba może wpłynąć na opóźnienie terminu zakończenia obiektu. W pierwszej kolejności należą do nich:

- brak wykwalifikowanych pracowników produkcyjnych,
- niewłaściwe zarządzanie zasobami ludzkimi po stronie wykonawcy,

- niedostosowany do zamierzeń harmonogram wykonania robót,
- przewlekłość, brak skoordynowania procedur administracyjnych i/lub duża liczba instytucji zaangażowanych w proces inwestycyjny.

Warto zauważyć, że czynniki te powiązane są głównie z zarządzaniem zasobami ludzkimi oraz kwalifikacjami pracowników.

Najsilniejszy wpływ na zwiększenie kosztu inwestycji wykazuje konieczność zaktualizowania rozwiązań projektowych w związku z postępem technologicznym. W przypadku zakresu rzeczowego są to warunki umowy niedostosowane do specyfiki kontraktu.

#### 5.4. PODSUMOWANIE

Przedstawione w pracy wyniki badań wskazują, że na podstawie ankiet eksperckich można uzyskać informacje przydatne w procesie zarządzania ryzykiem w przedsięwzięciach wodociągowych i kanalizacyjnych. Badania wykazały, że mogą one wspomagać podejmowanie decyzji na etapach:

- identyfikacji źródeł ryzyka,
- określenia prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń niepożądanych,
- oceny wpływu tych zdarzeń na dotrzymanie planowanych terminów, kosztów wykonania inwestycji oraz poziomu zrealizowanych robót.

Dobre rozpoznanie w tym zakresie jest warunkiem prawidłowego określenia tolerancji na ryzyko oraz doboru właściwej strategii reagowania na nie. Ponadto przeprowadzone badania są odpowiedzią na ciągłe zmiany zachodzące zarówno wewnątrz przedsiębiorstwa, jak i w jego otoczeniu.

Oceniając efektywność przeprowadzonych badań należy stwierdzić, że mimo swoich zalet, metoda ankiet eksperckich nie jest pozbawiona wad. Wymagała ona długiego czasu na przygotowanie badań. Potrzebne było zaangażowanie wielu osób, zarówno po stronie realizującej badania, jak i środowiska, w którym badania przeprowadzono. Zasadniczym problemem było pozyskanie odpowiednio licznych i wiarygodnych danych, nadających się do opracowania statystycznego. Spowodowane to było trudnością w dotarciu do osób posiadających odpowiednie doświadczenie i wiedzę oraz spełniających kryteria stawiane ekspertom. Rzetelne wypełnienie ankiety wymagało pewnego nakładu czasu i pracy. W związku z tym można było zaobserwować niską skłonność osób, które potencjalnie mogły wziąć udział w badaniach, do uczestniczenia w nich. Zdarzały się również przypadki pomijania przez ankietowanych odpowiedzi na niektóre, sformułowane w ankiecie pytania, co wpłynęło na ograniczenie ilości zebranych danych.

Pomimo wykazanych trudności, w przeprowadzonych badaniach uczestniczyły osoby o wysokich kwalifikacjach. Uzyskane od nich informacje oraz przeprowadzone analizy statystyczne pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. Podczas realizacji obiektów wodociągowych i kanalizacyjnych występują zdarzenia niepożądane, których źródłem jest przynajmniej 25 czynników. Większość tych czynników związana jest z etapem projektowania i przygotowania inwestycji do wykonania. Zdarzenia niepożądane powstałe w wyniku oddziaływania tych czynników są przyczyną opóźnień terminu realizacji, przekroczenia budżetu, niewykonania pełnego zakresu robót.
2. Do czynników, które generują wysoki poziom ryzyka harmonogramowego w robotach wodociągowych i kanalizacyjnych należą:
  - błędy i/lub nieścisłości w dokumentacjach projektowych,
  - nieprzewidziane przeszkody fizyczne/kolizje,
  - niekorzystne warunki pogodowe.
3. Na wysoki poziom ryzyka kosztowego mają wpływ:
  - potrzeba aktualizowania rozwiązań projektowych w związku z postępem technologicznym,
  - niekorzystne warunki pogodowe,
  - nieprzewidziane przeszkody fizyczne/kolizje,
  - działania naprawcze na skutek złej jakości robót,
  - niekorzystne warunki hydrogeologiczne,
  - brak odpowiedniego nadzoru autorskiego.
4. Ryzyko niewykonania pełnego zakresu zaplanowanych robót może być wysokie wskutek:
  - błędów i/lub nieścisłości w dokumentacji projektowej,
  - wadliwego opisu przedmiotu zamówienia,
  - słabego przygotowania kadrowego i organizacyjnego po stronie inwestora.
5. Przygotowując plan zarządzania ryzykiem dla przedsięwzięcia wodociągowo-kanalizacyjnego, szczególną uwagę należy zwrócić na dwa czynniki – błędy i/lub nieścisłości w dokumentacji projektowej oraz nadzór autorski nad realizowanym obiektem. Czynniki te w podobnym stopniu mogą być przyczyną opóźnienia terminu zakończenia inwestycji, zwiększenia jej kosztu oraz niewykonania części lub całości obiektu.

Przedstawione na rys. 2–5 wykresy percepcji mogą być wykorzystane do oceny prawdopodobieństwa i skutków wystąpienia zdarzeń, których źródłem są rozpatrywane w pracy czynniki. Należy jednak zwrócić uwagę, że dane te mają charakter jakościowy.

## 5.5. BIBLIOGRAFIA

ADAMS, F.K. (2008). Construction Contract Risk Management: A study a practices in the United Kindom. *Cost Engineering*, Vol. 50, No. 1, 22–33.



- CHONG, Y.Y., BROWN, E.M. (2001). *Zarządzanie ryzykiem projektu*. Kraków, Oficyna Ekonomiczna.
- GATNAR, E. (red.), (2011). *Analiza danych jakościowych i symbolicznych z wykorzystaniem programu R*. Warszawa, C.H.BECK.
- GÓRNIAK, J. (2000). *Zastosowanie analizy korespondencji w badaniach społecznych i marketingowych*. ASK Research and Methods, nr 9, 115–134.
- JANNADI, O.A., ALMISCHARI, S. (2003). Risk assessment in construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, September/October, 493–500.
- KAPLIŃSKI, O. (red.), (2007). *Metoda i modele badań w inżynierii przedsięwzięć budowlanych*. Studia z zakresu Inżynierii, nr 57, Warszawa, PAN, KILiW, IPPT.
- LIPIEC-ZAJCHOWSKA, M. (red.), (2003). *Wspomaganie procesów decyzyjnych. Tom I. Statystyka*. Warszawa, C.H. Beck.
- MALARA, Z. (2008). Niepewność i ryzyko w zarządzaniu projektami. Aspekty metodyczne. *Strategie zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie – ryzyko przedsiębiorstwa a ryzyko projektu TNOiK*, 2008, 323–334.
- OLIVEROS O.A., FAYEK, A.R. (2005). Fuzzy logic approach for activity delay analysis and schedule updating. *Journal of Construction Engineering and Management*, January, 42–51.
- PLISZEK, J. (2013). Ryzyko w przedsięwzięciach inwestycyjno-budowlanych. *Biuletyn Konsultant*, 28(4), 20–24.
- PRITCHARD, C.L. (2002). *Zarządzanie ryzykiem w projektach*. Warszawa, Wydawnictwo WIG-PRESS.
- RYBKA, I. BONDAR-NOWAKOWSKA, E. (2010). Źródła ryzyka w realizacji oczyszczalni ścieków i kanalizacji. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 8/2010, 117–125.
- RYBKA, I., BONDAR-NOWAKOWSKA, E. POŁOŃSKI, M. (2015). Management of Alterations to Project Documentation – a Case Study of Water Supply and Sewerage Works. *International Journal of Contemporary Management*, 14(3), 41–57. doi: 10.4467/24498939IJCM.15.003.4305.
- SKORUPKA, D. (2007). Metoda oceny ryzyka realizacji przedsięwzięć inżyniersko-budowlanych. *Zeszyty Naukowe WSOWL*, 3 (145), 79–88.
- SKORUPKA, D. (2008). Zarządzanie ryzykiem w przedsięwzięciach budowlanych. *Zeszyty Naukowe WSOWL*, 3 (149), 121–129.

