

Elżbieta BONDAR-NOWAKOWSKA, Iwona RYBKA

Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Institute of Environmental Development and Protection, Wrocław University
of Environmental and Life Sciences

Relacje zdarzeń ryzyka wykonawstwa systemów kanalizacyjnych

Relations of risk event in the construction of sewerage

Słowa kluczowe: zdarzenia ryzyka, system kanalizacyjny, macierz oddziaływań
Key words: risk event, sewerage, interaction matrix

Wprowadzenie

Zdarzenia ryzyka są to okoliczności, które mogą korzystnie lub niekorzystnie wpłynąć na projekt (Pritchard 2002). W planach zarządzania ryzykiem, opracowywanych dla budowlanych przedsięwzięć inwestycyjnych, bierze się pod uwagę te zdarzenia, które charakteryzują się negatywnym oddziaływaniem na przebieg procesu. W budownictwie i inżynierii środowiska mają one swoje źródła w wielu obszarach związanych z realizacją projektu oraz we wszystkich etapach procesu inwestycyjnego.

Zdarzenia ryzyka mogą mieć charakter incydentalny, tzn. występować przypadkowo, sporadycznie i niezależnie od siebie. Mogą wystąpić równocześnie, doprowadzając do sytuacji kryzysowej, mogą też tworzyć ciąg wzajemnych przyczyn i następstw często odmiennej natury (Ficoń 2007). W takich przypadkach właściwe zarządzanie ryzykiem wymaga określenia ich wzajemnych relacji. Jest to warunkiem prawidłowej oceny ryzyka występującego w projekcie, a także przyjęcia odpowiednich metod przeciwdziałania temu ryzyku.

Celem pracy jest określenie wzajemnych powiązań między zdarzeniami ryzyka przedsięwzięć związanych z budową systemów kanalizacyjnych. Wzięto w niej pod uwagę zdarzenia, których skutkiem może być przekroczenie zaplanowanego budżetu lub też niedotrzymanie terminu realizacji inwestycji.

Metody i materiał badawczy

Podstawę analizy stanowią wyniki uzyskane z badań eksperckich przeprowadzonych w 2010 roku na terenie województwa dolnośląskiego. Celem badań było zidentyfikowanie źródeł ryzyka opóźnienia terminu wykonania oraz przekroczenia kosztów realizacji systemów kanalizacyjnych. Badania przeprowadzono w formie wywiadu z 3 specjalistami z wieloletnim stażem zawodowym w realizacji oczyszczalni ścieków i sieci kanalizacyjnych. Każdy z nich był zatrudniony przynajmniej w pięciu przedsięwzięciach z tego zakresu. Wytypowane do badań osoby sprawowały w ostatnich latach funkcje zarządzających kontraktem, a ich obowiązki obejmowały nadzór nad realizacją robót oraz działania administracyjne i ekonomiczne. Dzięki temu doświadczeniu mieli możliwość pełnego obserwowania zagrożeń występujących w realizowanych przedsięwzięciach, a równocześnie mogli oceniać ich konsekwencje. Wskazali oni 24 źródła ryzyka podczas budowy oczyszczalni ścieków i sieci kanalizacyjnych (Rybka i Bondar-Nowakowska 2010a).

Do analizy w niniejszej pracy przyjęto 12 czynników, które były przez ekspertów najczęściej wskazywane jako źródła ryzyka. W celu określenia powiązań między tymi czynnikami opracowano dla nich macierz oddziaływań. Krawędź poziomą i pionową w tej macierzy stanowiły rozpatrywane źródła ryzyka. Związki między nimi oznaczono jako 1 lub 0, przy czym 1 oznacza oddziaływanie jednego czynnika na drugi, 0 – jego brak. Zależności te zostały skonsultowane z ekspertami w trakcie ponow-

nego wywiadu. Określone w macierzy oddziaływania między jej elementami przedstawiono w formie grafu. Dla zwiększenia czytelności rysunku graf został przedstawiony w formie uproszczonej (Podstawy organizacji... 1985).

Wyniki badań

Rozpatrywane w pracy źródła ryzyka przedstawiono w tabeli 1. Wystąpienie każdego z nich może wpłynąć na realizację prac niezgodnie z przyjętym harmonogramem, przekroczenie kosztów inwestycji bądź też spowodować jedno i drugie.

Można zauważyć, że przedstawione w tabeli 1 zdarzenia ryzyka mają swoje źródła zarówno na etapie projektowania, jak i realizacji systemów kanalizacyjnych. Zagrożenia, które dotyczą etapu wykonawstwa, w znacznym stopniu powiązane są ze specyfiką robót budowlanych (Połoński 2007, Skorupka 2008, Kierowanie budowlanym... 2009, Rybka i Bondar-Nowakowska 2010b). Można również zauważyć, że w większości przypadków rozpatrywane zdarzenia są wynikiem wielu różnych przyczyn. Przykładowo, niedostateczne uszczegółowienie rozwiązań projektowych (1), błędy w dokumentacji (2) oraz potrzeba aktualizowania rozwiązań technicznych i organizacyjnych (3) mogą być następstwem braku uzgodnień międzybranżowych (4), nieuwzględniania przez projektantów rzeczywistych warunków realizacji robót, pobieżnie prowadzonych wizji terenowych, wykorzystywania w procesie projektowania nieaktualizowanych map, a także sztamkowego powielania rozwiązań z innych projektów. Błędne

TABELA 1. Rozpatrywane źródła zdarzeń ryzyka

TABLE 1. The analyzed sources of risk event

Oznaczenie i opis zdarzeń ryzyka Identification and description of risk event			
1	Niedostateczne uszczegółowienie rozwiązań projektowych Inadequate elaboration of project	7	Brak wykwalifikowanych pracowników Lack of qualified workers
2	Błędy w dokumentacji projektowej Errors in project specification	8	Nieprzewidziane przeszkody terenowe, kolizje Unforeseeable collisions
3	Potrzeba aktualizowania rozwiązań projektowych The need of project actualization	9	Niekorzystne warunki atmosferyczne Disadvantageous weather condition
4	Brak lub błędne uzgodnienia międzybranżowe Lack of arrangements between different lines of business	10	Niekorzystne warunki gruntowo-wodne Disadvantageous ground-water conditions
5	Błędne założenia czasowe w harmonogramie False time assumptions	11	Zakłócenia w dostawach materiałów Problems with material deliveries
6	Brak wystarczającej liczby maszyn i sprzętu Insufficient amount of machinery and equipment	12	Protesty społeczne Protests of community

założenia czasowe w harmonogramach mogą być skutkiem braku doświadczenia przy sporządzaniu harmonogramów oraz niewłaściwie przyjętych nakładów czasu pracy.

Oczekiwania inwestora jak również przyszłych użytkowników sprawiają, że przyjęte w kontraktach ustalenia narzucają wykonawcom krótkie terminy wykonawstwa, a tym samym konieczność koncentracji robót. Brak odpowiedniej liczby maszyn (6), gorsze w stosunku do założonych parametry techniczno-eksploatacyjne tych maszyn oraz ich awarie również wpływają na wydłużenie czasów trwania czynności.

Budowa systemów kanalizacyjnych wymaga stosowania zaawansowanych technologii, wykonywania prac w bezpośrednim sąsiedztwie różnego rodzaju

instalacji oraz przy trasach komunikacyjnych o dużym natężeniu ruchu, a także przestrzegania uwarunkowań dotyczących ochrony lokalnego środowiska przyrodniczego. Wiąże się to z potrzebą zatrudniania wysoko kwalifikowanej kadry technicznej i roboczej. Brak tej kadry (7) oznacza trudniejszą do skoordynowania pracę, wolniejsze tempo robót, gorszą ich jakość oraz większe zagrożenia w zakresie bezpieczeństwa pracowników. Zabytki, kolizje z przeszkodami naturalnymi, podziemnymi budowlami i instalacjami (8) narzucają konieczność zmian pierwotnie przyjętego rozwiązania technicznego i technologiczno-organizacyjnego. Konsekwencją tego jest oczekiwanie na odpowiednie decyzje powodujące przestój. Niekorzystne warunki atmosferyczne (9) – opady,

ekstremalna temperatura, prowadzą do wstrzymania prac bądź przynajmniej ich spowolnienia. Wiązą się również z dodatkowymi kosztami dla zapewnienia odpowiedniego zabezpieczenia wykonywanych robót oraz dodatkowej ochrony pracowników. Wystąpienie innych niż przyjęte w projekcie warunków hydrogeologicznych (10) wymaga wprowadzenia zmian w technologii robót ziemnych.

Budowa systemów kanalizacyjnych to proces wymagający wbudowania dużej ilości zróżnicowanych pod względem asortymentowym materiałów. Systemy zaopatrzenia budowy obejmują na ogół wiele powiązań z dostawcami, którzy nie zawsze są sprawdzani pod względem wiarygodności, kondycji finansowej i możliwości technicznych. Następstwem tego są zakłócenia w dostawach materiałów (11). Protesty okolicznych mieszkańców (12) dotyczą przede wszystkim lokalizacji oczyszczalni ścieków, ale również hałasu wynikającego z pracy ciężkich maszyn oraz utrudnień komunikacyjnych w trakcie prowadzenia robót. Wszystkie te problemy, jeśli nie zostały dostatecznie rozpoznane przed rozpoczęciem robót, to stają się źródłem ryzyka, przede wszystkim harmonogramowego.

Z przedstawionej charakterystyki wynika, że w większości przypadków wskazane przez ekspertów zdarzenia ryzyka są złożone. Można je poddać dekompozycji na prostsze, które również stanowią źródło ryzyka w robotach kanalizacyjnych. Wydzielenie takich elementarnych zdarzeń pozwala lepiej rozpoznać strukturę systemu zagrożeń czasu i kosztów na budowach systemów kanalizacyjnych

oraz określić ich wzajemne powiązania. Właściwość tę wykorzystano do opracowania macierzy oddziaływań między rozpatrywanymi zdarzeniami ryzyka. Macierz tę przedstawiono w tabeli 2. Graficznym odwzorowaniem tej macierzy jest graf na rysunku 1.

W przedstawionej macierzy zwracają uwagę 2 zdarzenia – brak uzgodnień międzybranżowych (4) oraz potrzeba aktualizowania rozwiązań projektowych w trakcie wykonywania robót (3). Pierwsze z nich wykazuje największą liczbę powiązań z rozpatrywanymi w pracy zdarzeniami ryzyka. Drugie natomiast skupia na sobie oddziaływanie największej ich liczby. Właściwości te należy brać pod uwagę podczas opracowywania planu zarządzania ryzykiem.

Na podstawie analizy grafu przedstawiającego związki między rozpatrywanymi zdarzeniami należy stwierdzić, że można je zaliczyć do dwu kategorii. Do pierwszej należą te, których wystąpienie jest niezależne od innych, do drugiej zaś zdarzenia, które podlegają wpływom pozostałych. Spośród 12 rozpatrywanych w pracy w pierwszej grupie są:

- zdarzenie 4 (brak uzgodnień międzybranżowych),
- zdarzenie 7 (brak wykwalifikowanych pracowników),
- zdarzenie 9 (niekorzystne warunki atmosferyczne).

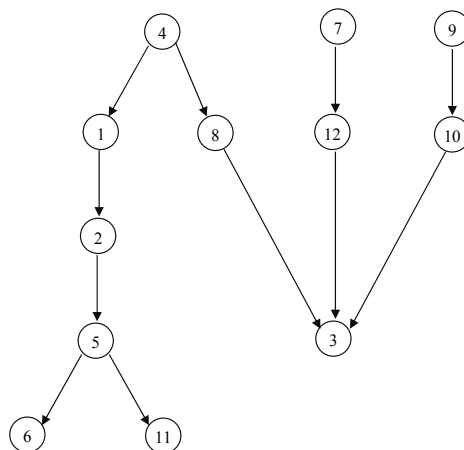
Zaniedbania w zakresie uzgodnień międzybranżowych (4) przyczyniają się do niedostatecznego uszczegółowienia rozwiązań w projekcie technicznym (1) oraz zwiększenia prawdopodobieństwa wystąpienia kolizji w obrębie wykonywanych obiektów (8). Konsekwencją

tego są błędy w dokumentacji technicznej (2) oraz potrzeba jej aktualizowania na etapie wykonawstwa robót (3). Rozwiązania techniczne, technologiczne oraz związane z eksploatacją inwestycji przyjęte w dokumentacji projektowej wpływają na określenie zakresu i ilości robót. Stanowią również podstawę do sporządzenia harmonogramu realizacji prac oraz harmonogramów pochodnych. Dokumenty te wyznaczają rozwiązania w zakresie kolejności robót, poziomu zatrudnienia, wykorzystania maszyn i sprzętu (6), współpracy z podwykonawcami oraz zużycia i dostaw materiałów (11). Z przedstawionego grafu wynika, że jest to jeden z najbardziej złożonych ciągów wzajemnych przyczyn i następstw, które generują ryzyko na budowach systemów kanalizacyjnych.

Brak wykwalifikowanych pracowników na budowie (7) wpływa przede wszystkim na jakość robót. Należy tu podkreślić, że warunki umowne oraz postanowienia dokumentów gwarancji jakości nakładają odpowiedzialność za wady stwierdzone na obiekcie na wykonawcę robót. Jest to zatem dla niego znaczące źródło ryzyka podwyższenia kosztów inwestycji. Związek niekorzystnych warunków atmosferycznych (9) i warunków hydrogeologicznych (10) wystąpi wówczas, gdy intensywne opady wpłyną na poziom wód gruntowych, doprowadzając do problemów związanych z odwodnieniem wykopów.

W każdym grafie szczególną uwagę należy zwracać na zdarzenia z największą liczbą alokacji poprzedzających i następujących. W analizowanym jest to węzeł 3, odpowiadający potrzebie aktualizowa-

nia rozwiązań projektowych. Podlega on oddziaływaniu większości rozpatrywanych w pracy zdarzeń ryzyka. Oznacza to, że przyjmując metody reagowania na ryzyko, należy szczególnie zadbać o to, by przebieg prac związanych z aktualizowaniem rozwiązań technicznych, technologicznych i organizacyjnych w projekcie przebiegał możliwie sprawnie. Daje to szansę na ograniczenie poziomu ryzyka kosztowego i harmonogramowego w czasie prowadzenia robót. Wskazuje również na dużą rangę nadzoru autorskiego w trakcie prowadzenia robót. Projektanci systemów kanalizacyjnych powinni jak najczęściej uczestniczyć w seminariach poświęconych nowym technologiom, innowacjom i nowatorskim rozwiązaniom. Powinny być również tworzone warunki do wymiany doświadczeń między wszystkimi uczestnikami procesu inwestycyjnego.



RYSUNEK 1. Graf oddziaływań między rozpatrywanymi zdarzeniami ryzyka
 FIGURE 1. Graph of risk event interaction

Brak wykwalifikowanych pracowników Lack of qualified workers	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Nieprzewidziane przeszkody terenowe, kolizje Unforeseeable collisions	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Niekorzystne warunki atmosferyczne Disadvantageous weather condition.	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Niekorzystne warunki gruntowo-wodne Disadvantageous ground-water conditions	10	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Zakłócenia w dostawach materiałów Problems with material deliveries	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Protesty społeczne Protests of community	12	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Σ		1	2	6	0	2	2	2	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1

Podsumowanie

Z przeprowadzonej analizy wynika, że podczas wykonywania systemów kanalizacyjnych występuje duża liczba czynników, które generują ryzyko opóźnienia przekazania obiektu do eksploatacji i zwiększenia jego kosztów. Czynniki te powiązane są zarówno z etapem projektowania, jak i wykonawstwa robót. Część z nich jest niezależna od siebie, większość jednak charakteryzuje się wzajemnymi oddziaływaniami. Oznacza to, że w praktyce można spodziewać się sekwencyjnego ich wystąpienia. W dużym stopniu uzależnione to jest od rozwiązań organizacyjnych na budowie. Dlatego tak ważne jest określenie dla każdego przedsięwzięcia szczegółowego i przejrzystego wykazu zdarzeń ryzyka oraz określenie ich wzajemnych związków. W przypadku wykonywania systemów kanalizacyjnych wiele problemów, które pojawiają się na etapie prowadzenia robót, ma swoje źródła we wcześniejszych etapach procesu inwestycyjnego. Należy zatem zadbać, by usuwanie niedociągnięć tam powstałych przebiegało możliwie sprawnie. Bardzo pomocne w tym zakresie mogą być rozwiązania przyjęte w planie zarządzania ryzykiem. Powinny w nim zostać uwzględnione zależności przedstawione w niniejszej pracy.

Literatura

- FICOŃ K. 2007: Inżynieria zarządzania kryzysowego. Podejście systemowe. BEL Studio, Warszawa.
- Kierowanie budowlanym procesem inwestycyjnym, 2009. Red. M. Połowski. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.

- Podstawy organizacji zarządzania i technologii w budownictwie, 1985. Red. Z. Michnowski. Arkady, Warszawa.
- POŁOŃSKI M. 2007: Bezpieczeństwo organizacyjne realizacji inwestycji budowlanych. Materiały z konferencji „Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie”. Ciechocinek: 333–342.
- PRITCHARD C.L. 2002: Zarządzanie ryzykiem w projektach. Teoria i praktyka. WIG-PRESS, Warszawa.
- RYBKA I., BONDAR-NOWAKOWSKA E. 2010a: Źródła ryzyka w realizacji oczyszczalni ścieków i kanalizacji. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 8/1: 117–125.
- RYBKA I., BONDAR-NOWAKOWSKA E. 2010b: Zastosowanie macierzy reagowania na ryzyko w projektach systemów kanalizacyjnych. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 13: 145–155.
- SKORUPKA D. 2008: Zarządzanie ryzykiem w przedsięwzięciach budowlanych. *Zeszyty Naukowe WSOWL* 3 (149): 120–129.

Summary

Relations of risk event in the construction of sewerage. In every investment process, including the construction of sewerage, risk events can occur. These events can have negative effects on the realization of project targets, particularly on the prompt completion of work within budget. Because of this, it is important to implement identification procedures and measurement of risk event. Separate analysis of each event may be insufficient to ensure an efficient way to eliminate or minimalise a specific project risk. A systematic approach to risk events is the condition for complex risk evaluation. Due to this, the paper focuses on a presentation of the interactions between sources of risk. For this purpose, an interaction matrix was drawn up, and on this basis an interaction graph was created. Based on the analysis's

result, it was found that risk events make a complex sequence of interactive causes and effects. These relations should be taken into consideration during risk identification.

Authors' address:

Elżbieta Bondar-Nowakowska, Iwona Rybka
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska
pl. Grunwaldzki 24, 50-365 Wrocław
Poland
e-mail: elzbieta.bondar-nowakowska@up.wroc.pl
e-mail: iwona.rybka@up.wroc.pl