

Iwona Rybka, Elżbieta Bondar-Nowakowska

**ŹRÓDŁA RYZYKA W REALIZACJI
OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW I KANALIZACJI**

***THE SOURCES OF RISK IN THE CONSTRUCTION
OF SEWAGE TREATMENT PLANTS
AND SEWERAGE SYSTEMS***

Streszczenie

Proces inwestycyjny w budownictwie zaczyna się od sformułowania idei przedsięwzięcia a kończy w momencie przekazania budowli do użytkowania. Składa się on z wielu etapów, z których na szczególną uwagę zasługuje etap realizacji obiektu. Wynika to ze specyfiki robót budowlanych, do których należy m.in. długoterminowość, niepowtarzalność i sezonowość większości prac, znaczne uzależnienie prowadzonych robót od warunków atmosferycznych oraz konieczność ingerencji w środowisko przyrodnicze. Czynnikiem tych jest znacznie więcej, a w przypadku realizacji oczyszczalni ścieków i kanalizacji dochodzą jeszcze dodatkowe wymagania związane z funkcją tych obiektów w gospodarce wodno-ściekowej. Wszystkie te czynniki powodują zagrożenia, które generują różnego rodzaju ryzyko. Powinno być ono uwzględniane już na etapie szacowania kosztów inwestycji budowlanej oraz opracowywania harmonogramów szczegółowych i ustalania czasu trwania robót. W pracy określono zdarzenia, które mogą wystąpić w trakcie wykonywania oczyszczalni ścieków oraz kanalizacji, których następstwem jest wzrost kosztów inwestycji oraz wydłużenie czasu jej trwania. Do oceny, czy opracowana lista zawiera najważniejsze źródła ryzyka wykorzystano metodę ankiet eksperckich. O opinię poproszono wybranych specjalistów mających długoletnią praktykę w wykonawstwie oczyszczalni ścieków i sieci kanalizacyjnych. Przeprowadzone badania pozwoliły na opracowanie listy zawierającej 24 zdarzenia, które mogą generować ryzyko kosztowe i harmonogramowe na etapie wykonywania oczyszczalni ścieków i kanalizacji. Na 8 zdarzeń z tej listy wskazali wszyscy eksperci. Świadczy to o dużym prawdopodobieństwie ich wystąpienia. Opracowana lista może być przydatna do tworzenia planów zarządzania ryzykiem w procesach inwestycyjnych mających na celu usprawnienie gospodarki wodno-ściekowej. Może ona również spowodować wzrost świadomości o istniejących zagrożeniach w wykonawstwie robót i ich konsekwencjach, a także skupić

uwagę na potrzebie systemowego podejścia do zagadnień związanych z zarządzaniem ryzykiem w przedsiębiorstwie wykonawczym.

Słowa kluczowe: produkcja budowlana, źródła ryzyka, oczyszczalnia ścieków, kanalizacja

Summary

The construction process begins with the formulation of an idea for the project and finishes with the final commissioning. This consists of many stages, the most important of which is the construction of the buildings for the facility. This results from the specific features of the construction project, such as its long duration, its uniqueness, the seasonality of the work, dependence on weather conditions, and the necessity of interfering with the environment. There are many more factors, and when we consider the construction of a treatment works plus the sewerage system itself, we must also take into account any special requirements connected with their function in the local water and sewage management system. All these factors generate the risk exposure. Such risks should be included in the initial project-costing, schedule planning, and establishing the duration of the work. Events which can occur during the building of the sewage treatment works and the sewerage system have been detailed in this paper. Such events can lead to cost overruns and the prolonging of the construction phase. The method known as expert interview was used to establish whether the pre-prepared list contained the most important sources of risk. The specialists, all with long experience in the construction of sewage treatment plants and sewerage systems, were asked for their expert opinions. Subsequent research enabled preparation of a list consisting of 24 events potentially generating risk to both costs and the construction schedule during the building of sewage treatment works and sewerage systems. Eight of these events were indicated by every expert. This shows that these events have a high probability of occurrence. The prepared list can be used to create a risk management plan for projects that are aimed at the improvement of sewage management systems. It can also lead to an increased awareness of pre-existing risk factors and their consequences during construction. It should also focus attention on the necessity of a systemic approach to all issues of risk assessment and management in a public works project.

Key words: construction works, sources of risk, sewage treatment plant, sewage system

WSTEP

Charakterystyczną cechą każdego procesu budowlanego jest jego niepo-
wtarzalny charakter. Sprawia to, że nie jest możliwe opracowanie jednego uni-
wersalnego schematu realizacji robót, z którego można by wyeliminować zda-
rzenia prowadzące do zakłóceń w jego przebiegu. W szczególności problem ten
dotyczy oczyszczalni ścieków i sieci kanalizacyjnych. Powinny one z jednej
strony spełniać wymagania określone w przepisach prawa budowlanego,

a z drugiej wymagania związane z funkcją tych obiektów w gospodarce wodno-ściekowej. W Polsce, zgodnie z Krajowym Programem Oczyszczania Ścieków Komunalnych, do 2015 roku należy wybudować ponad 250 oczyszczalni, a 900 oczyszczalni powinno być zmodernizowanych i rozbudowanych. Należy również wykonać 21 tys. km sieci kanalizacyjnych [KPOŚK 2003]. Zadania te będą mogły być w pełni zrealizowane pod warunkiem, że proces ich budowy będzie przebiegał bez zakłóceń. Dlatego też budowa każdej oczyszczalni ścieków oraz każdego odcinka sieci kanalizacyjnej wymaga opracowania i wdrożenia planu zarządzania ryzykiem. W ramach tego planu należy zidentyfikować ryzyko, dokonać jego klasyfikacji i pomiaru, opracować metody reagowania na ryzyko, a w trakcie wykonawstwa robót prowadzić nadzorowanie i kontrolę ryzyka [Pritchard 2002]. Efektywność tego procesu w znacznej mierze zależy od jego pierwszego etapu – identyfikacji ryzyka. Wymaga on określenia zdarzeń, które powodują zagrożenia w osiągnięciu celów projektu.

Celem niniejszej pracy jest identyfikacja zdarzeń, które mogą wystąpić podczas budowy oczyszczalni ścieków i sieci kanalizacyjnych. Zakres pracy ograniczono do zdarzeń, które generują ryzyko kosztowe i harmonogramowe. Ryzyko kosztowe wiąże się z nieudaną realizacją celów określonych w budżecie projektu, natomiast ryzyko harmonogramowe z niedotrzymaniem terminu zakończenia inwestycji.

METODA BADAŃ

Podstawą do uzyskania informacji o źródłach ryzyka mogą być obserwacje prowadzone na obiektach już zrealizowanych. Jedną z technik pozyskiwania takich informacji są ankiety eksperckie [Pritchard 2002; Skorupka 2008]. Metodę tę zastosowano do przeprowadzenia badań, w celu zidentyfikowania zdarzeń przy budowie oczyszczalni ścieków oraz sieci kanalizacyjnych na terenach wiejskich, których konsekwencją może być podwyższenie kosztów robót, niedotrzymanie terminu ich realizacji lub wystąpienie obu tych następstw jednocześnie.

Na podstawie wywiadów, własnych doświadczeń oraz literatury przedmiotowej [Poradnik 2005; Skorupka 2008; Kozik, Starzyk 2008; Połoński 2009] opracowano ankietę, w której określono 24 takie zdarzenia. Były one powiązane z jakością rozwiązań w dokumentacji projektowej, organizacją robót na budowie oraz warunkami prowadzenia robót. O ocenę czy przedstawione zdarzenia mogą stanowić źródła ryzyka kosztowego lub harmonogramowego podczas budowy oczyszczalni ścieków i kanalizacji zwrócono się do 3 ekspertów. Byli to starannie dobrani specjaliści. Każdy z nich wykazywał się co najmniej 5-letnim doświadczeniem zawodowym przy realizacji oczyszczalni ścieków i sieci kanalizacyjnych oraz pracą przy wykonaniu co najmniej 5 obiektów z tego zakresu. Wybrane do badań osoby pełniły na przedmiotowych zadaniach

funkcje zarządzających kontraktem. Wykonywane przez nich prace obejmowały nadzór nad realizacją robót oraz działania administracyjne i ekonomiczne. Dzięki temu doświadczeniu mieli oni możliwość szerokiego spojrzenia na kontrakt z uwzględnieniem występujących w nim szans i zagrożeń oraz ich konsekwencji.

Badania przeprowadzono w 2 etapach. W pierwszym etapie eksperci zaznaczali w ankiecie zdarzenia, które wystąpiły na realizowanych przez nich budowlach i niekorzystnie wpłynęły na czas i budżet projektu. Drugi etap badań obejmował rozmowę z ekspertem, w której uszczegółowiono udzielane przez niego odpowiedzi.

WYNIKI BADAŃ

Wyniki przeprowadzonych badań przedstawiono w tabeli 1. Kolumna 2 tej tabeli zawiera wykaz zdarzeń będących przedmiotem ankiety. W kolumnie 4 przedstawione są opinie ekspertów na temat czy dane zdarzenie wystąpiło w jego praktyce zawodowej. X – oznacza, że miało ono miejsce, a jego konsekwencją mogło być niekorzystne oddziaływanie na koszt lub czas trwania robót.

Tabela 1. Lista zdarzeń generujących ryzyko przy realizacji oczyszczalni ścieków i kanalizacji

Table 1. The List of events generating risk during the building of sewage treatment plants and sewerage systems

Lp.	Zdarzenie	Ekspert	Wystąpienie zagrożenia
1	2	3	4
CZYNNIKI WEWNĘTRZNE			
1.	Wady/błędy w dokumentacji projektowej	1	X
		2	X
		3	X
2.	Niedostateczne uszczegółowienie rozwiązań projektowych	1	X
		2	–
		3	X
3.	Brak uzgodnień międzybranżowych w dokumentacji budowlanej	1	X
		2	–
		3	X
4.	Konieczność zaktualizowania rozwiązań projektowych w związku z postępem technologicznym	1	X
		2	X
		3	–
5.	Brak właściwej organizacji dostaw materiałów na budowę	1	X
		2	X
		3	X
6.	Niedostateczne wyposażenie techniczne wykonawcy robót – niewystarczająca ilość maszyn i sprzętu lub ich awaryjność	1	–
		2	–
		3	X

Lp.	Zdarzenie	Ekspert	Wystąpienie zagrożenia
1	2	3	4
7.	Brak doświadczonego personelu wykonawcy	1	–
		2	X
		3	X
8.	Niewłaściwy harmonogram robót (błędne założenie czasowe)	1	X
		2	–
		3	X
9.	Brak skutecznej komunikacji na budowie	1	–
		2	–
		3	X
10.	Nieprzestrzeganie przez wykonawcę przepisów prawnych, norm i zapisów w dokumentacji w zakresie ilości i jakości wbudowywanych materiałów	1	–
		2	–
		3	X
CZYNNIKI ZEWNĘTRZNE			
11.	Konieczność opłat lub kar innych niż założone na etapie planowania (m.in. dodatkowe opłaty za zajęcie pasa ruchu, opłaty środowiskowe)	1	X
		2	–
		3	X
12.	Szkody na mieniu i osobach trzecich	1	X
		2	X
		3	X
13.	Zmiana przepisów prawnych	1	X
		2	–
		3	–
14.	Działania instytucji zewnętrznych (np. przedsiębiorstw komunalnych, urzędów), wydłużające się podejmowanie decyzji lub ich brak	1	X
		2	X
		3	X
15.	Zmiana cen materiałów budowlanych, środków produkcji lub nakładów pracy w czasie wykonywania robót	1	X
		2	X
		3	–
16.	Wydłużone procedury wypłacania wynagrodzenia przez zamawiającego	1	–
		2	X
		3	X
17.	Nieprzewidziane przeszkody fizyczne / kolizje	1	X
		2	X
		3	X
18.	Nieprzewidziane odkrycia archeologiczne	1	–
		2	–
		3	X
19.	Niekorzystne warunki pogodowe	1	X
		2	X
		3	X
20.	Niekorzystne warunki hydrogeologiczne	1	X
		2	X
		3	X

Lp.	Zdarzenie	Ekspert	Wystąpienie zagrożenia
1	2	3	4
21.	Niekorzystne zjawiska przyrodnicze, takie jak powódź, huragan	1	–
		2	X
		3	–
22.	Zdarzenia losowe, takie jak pożar, kradzież, wandalizm	1	X
		2	–
		3	X
23.	Dodatkowe rozpoznanie środowiska przyrodniczego po uzyskaniu decyzji na budowę	1	–
		2	–
		3	–
24.	Niesprzyjające działania społeczne – protesty ekologów, mieszkańców lub innych osób trzecich	1	–
		2	–
		3	X

Zródło: Opracowanie własne na podstawie wywiadów, własnych doświadczeń, literatury przedmiotowej [Poradnik 2005; Skorupa 2008; Kozik, Starzyk 2008; Połowski 2009,] oraz ankiety eksperckiej.

Analiza ocen ekspertów wskazuje, że 23 spośród 24 rozpatrywanych zdarzeń może przyczynić się do finansowych lub terminowych problemów w realizacji projektu. Na 8 zdarzeń ujętych w ankiecie wskazali wszyscy eksperci. Z 7 zdarzeniami, przedstawionymi w ankiecie, zetknęło się w swojej praktyce 2 ekspertów. Wystąpienie 8 zdarzeń wyszczególnionych w ankiecie zostało potwierdzonych przez 1 eksperta. Dane te świadczą o tym, że prawdopodobieństwo występowania rozpatrywanych zdarzeń na budowach oczyszczalni ścieków i sieci kanalizacyjnych jest zróżnicowane. Do zdarzeń charakteryzujących się wysokim prawdopodobieństwem wystąpienia należały:

- błędy w dokumentacji projektowej,
- konieczność aktualizowania rozwiązań projektowych w związku z postępem technologicznym,
- niewłaściwa organizacja dostaw materiałów na budowę,
- brak wykwalifikowanych i doświadczonych pracowników,
- szkody w mieniu i osobach trzecich,
- długi czas podejmowania decyzji przez instytucje zewnętrzne,
- nieprzewidziane przeszkody terenowe (kolizje),
- niekorzystne warunki atmosferyczne,
- niekorzystne warunki hydrogeologiczne.

Wyniki badań wskazują, że podczas realizacji oczyszczalni ścieków i sieci kanalizacyjnych pojawiają się problemy, których źródłem są błędy w dokumentacjach projektowych. Według ekspertów warunkują one prawidłowy przebieg procesu wykonawstwa. Przystępując do realizacji tych obiektów należy zwrócić uwagę na poprawność rozwiązań zawartych w dokumentacji projektowej. Wpłyne to na ograniczenie przestojów, których konsekwencją mogą być wyż-

sze koszty lub dłuższy czas budowy. Sporządzenie w sposób poprawny i kompleksowy dokumentacji projektowej jest ważne dla obu uczestników procesu inwestycyjnego. Zarówno projektant, jak i wykonawca, realizując swoje zadania bez usterek, mogą osiągnąć dodatkową korzyść, gdyż wg Bizon-Góreckiej, Góreckiego J. [2009] jakość pracy to jeden z kluczowych czynników sukcesu przedsiębiorstwa budowlanego.

Z tabeli 1 wynika, że wszyscy eksperci wskazali, że na realizowanych przez nich budowach, wystąpiła potrzeba aktualizowania rozwiązań projektowych w związku z postępem technologicznym. Zauważalny jest tu związek z jedną z charakterystycznych cech budownictwa, jaką jest długoterminowość przedsięwzięć. Specyfiką budowlanych projektów inwestycyjnych jest bowiem m.in. znaczna długość czasu przygotowania i realizacji zadań budowlanych [Górecki 2009; Połoński 2009]. Od wykonania projektu do jego realizacji często upływa wiele miesięcy. W tym czasie pojawiają się nowe materiały, urządzenia oraz rozwiązania technologiczne. Obecnie problem ten jest zarazem aktualny, jak i dynamiczny w związku ze wzrostem wymagań dotyczących ochrony środowiska przy realizacji przedsięwzięć związanych z oczyszczaniem ścieków. Warunkiem minimalizowania ryzyka kosztowego, harmonogramowego oraz w tym przypadku ekologicznego jest stosowanie przez projektantów najnowszych dostępnych technologii, a nie wzorowanie się na tradycyjnych schematach.

Ustosunkowując się do czynników związanych z organizacją robót, których następstwem są dodatkowe koszty i przestoje na budowach, eksperci wskazali na brak doświadczonego personelu, nieprawidłowe rozwiązania w organizacji dostaw materiałów na budowę oraz na błędy w harmonogramach robót. Źródła tych czynników tkwią w specyfice budownictwa, tj. indywidualnym charakterze każdego obiektu, dużej złożoności i różnorodności prac wykonywanych na budowie, rozproszeniu realizowanych obiektów lub ich elementów oraz konieczności przemieszczania zasobów produkcyjnych, zwłaszcza w przypadku robót kanalizacyjnych. Wszystkie te czynniki utrudniają również wprowadzenie skutecznego przepływu informacji, zwłaszcza w układzie pionowym, między kadrą zarządzającą a stanowiskami pracowników fizycznych. Zwrócił uwagę na ten problem jeden z ekspertów.

Do czynników o charakterze zewnętrznym, które mogą powodować zagrożenie utrzymania planowanych kosztów oraz czasu realizacji oczyszczalni ścieków i sieci kanalizacyjnych należą przeszkody fizyczne oraz kolizje. Zagrożenia te w wielu przypadkach są trudne do przewidzenia. Często stare, nieeksploatowane sieci są niezainwentaryzowane i na etapie projektowania nowych nie ma możliwości uwzględnienia ich lokalizacji. Dodatkowo, znacznym utrudnieniem w prowadzeniu robót kanalizacyjnych są drzewa występujące na trasie planowanego rurociągu.

Według ekspertów niekorzystne warunki atmosferyczne oraz gruntowo-wodne sprawiają, że ryzyko przekroczenia kosztów i terminów wykonania robót jest bardzo wysokie. Na ich wystąpienie prowadzący roboty budowlane nie może mieć wpływu. Konieczne jest zatem stosowanie odpowiednich metod planowania robót. Mogą to być metody harmonogramowania w warunkach niepewności informacji o czasach trwania poszczególnych zadań – warianty pesymistyczne i probabilistyczne, liczby przedziałowe, liczby rozmyte [Szafranko 2009].

Przedstawione wyniki badań świadczą, że jakość rozwiązań projektowych i technologiczno-organizacyjnych oraz specyfika robót budowlanych są głównym źródłem zagrożeń dla czasu i kosztów w wykonawstwie oczyszczalni ścieków i sieci kanalizacyjnych. Dokonując identyfikacji źródeł ryzyka harmonogramowego i kosztowego w wykonawstwie oczyszczalni ścieków i sieci kanalizacyjnych, na obszary te należy zwrócić szczególną uwagę.

PODSUMOWANIE

Budowa oczyszczalni ścieków i sieci kanalizacyjnych charakteryzuje się występowaniem niepożądanych zdarzeń, których konsekwencją może być przekroczenie budżetu projektu lub niedotrzymanie terminu realizacji. Przeprowadzone badania, z wykorzystaniem techniki ankiet eksperckich, wykazały, że źródła tych zagrożeń mają zarówno charakter wewnętrzny, jak i zewnętrzny. Zagrożenia wewnętrzne są związane z jakością rozwiązań w projektach technicznych oraz w projektach technologii i organizacji robót, a także z niskimi kwalifikacjami pracowników. Zagrożenia o charakterze zewnętrznym wynikają głównie ze specyficznych cech procesu budowlanego, takich jak: niepowtarzalność obiektów, długoterminowość robót, zróżnicowanie procesów technologicznych, sezonowość wykonywania prac oraz uzależnienie ich od warunków atmosferycznych i terenowych.

W pracy przedstawiono 24 zdarzenia, które są potencjalnym źródłem ryzyka kosztowego, ryzyka harmonogramowego lub też obu rodzajów ryzyka na budowach oczyszczalni ścieków i sieci kanalizacyjnych. Zdarzenia te poddano weryfikacji przez 3 osoby (ekspertów) z wieloletnim doświadczeniem w wykonawstwie oczyszczalni ścieków i kanalizacji. W swoich opiniach wskazały one 23 zdarzenia, z którymi zetknęli się w swojej praktyce zawodowej. Wystąpienie 8 zdarzeń potwierdzili wszyscy trzej eksperci, na 7 zdarzeń wskazało dwóch ekspertów, 8 zdarzeń było wskazanych przez tylko jednego eksperta. Oznacza to, że prawdopodobieństwo ich wystąpienia jest zróżnicowane i w przypadku:

- 8 zdarzeń jest duże,
- 7 zdarzeń jest umiarkowane,
- 8 zdarzeń jest małe,
- 1 zdarzenia jest bardzo małe.

Obecnie brak jest kompleksowej metody do identyfikacji, kwantyfikacji i oceny ryzyka podczas realizacji oczyszczalni ścieków i kanalizacji. Przedstawiona w pracy lista zdarzeń powinna, więc być przydatna w procesie zarządzania ryzykiem kosztowym i harmonogramowym na budowach tych obiektów. Należy ją wykorzystywać szczególnie na pierwszym etapie tego procesu, tj. do identyfikacji źródeł ryzyka. Lista ta powinna być w dalszym ciągu uzupełniana i weryfikowana, z uwzględnieniem wszystkich obszarów zagrożeń czasu i kosztów w wykonawstwie oczyszczalni ścieków i sieci kanalizacyjnych.

BIBLIOGRAFIA

- Bizon-Górecka J., Górecki J. *Dojrzałość projektowa warunkiem sukcesu przedsiębiorstw budowlanych*. Strategie zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie – zarządzanie ryzykiem w warunkach kryzysu gospodarczego. TNOiK, Bydgoszcz 2009, s. 209–220.
- Górecki J. *Zmienność kosztów przedsięwzięć budowlanych*. Strategie zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie – zarządzanie ryzykiem w warunkach kryzysu gospodarczego. TNOiK, Bydgoszcz 2009, s. 231–242.
- Kozik R., Starzyk E. *Czynniki utrudniające działalność na rynku budowlanym*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 2008, s. 97–104.
- Krajowy Program Oczyszczania Ścieków Komunalnych. Warszawa 2003.
- Marcinkowski R., Kopeć A. *Ocena ryzyka czasu i kosztów w planowaniu produkcji budowlanej*. Przegląd budowlany, 2008, nr 7–8.
- Praca zbiorowa pod redakcją J. Panasa. *Poradnik majstra budowlanego*. Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2005, s. 45.
- Praca zbiorowa pod redakcją M. Połńskiego. *Kierowanie budowlanym procesem inwestycyjnym*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2009, s. 33.
- Pritchard C. L. *Zarządzanie ryzykiem w projektach*. Teoria i praktyka. WIG – PRESS, Warszawa 2002, s. 343.
- Skorupka D. *Zarządzanie ryzykiem w przedsięwzięciach budowlanych*. Zesz. Nauk. WSOWL Nr 3 (149) 2008, s. 120–129.
- Szafranko E. *Strategie zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie – zarządzanie ryzykiem w warunkach kryzysu gospodarczego*. TNOiK, Bydgoszcz 2009, s. 277–284.

Mgr inż. Iwona Rybka
Dr hab. inż. Elżbieta Bondar-Nowakowska, prof. nadzw.
Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Institute of Environmental Development and Protection
University of Environmental and Life Sciences, Wrocław
50-363 Wrocław, Plac Grunwaldzki 24
tel. 71 3205590
e-mail: iwona.rybka@up.wroc.pl
e-mail: elzbieta.bondar-nowakowska@up.wroc.pl

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Tadeusz Bednarczyk