INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 7/2008, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 223–232
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Elżbieta Bondar-Nowakowska

IDENTYFIKACJA CZYNNIKÓW RYZYKA W ROBOTACH REGULACYJNYCH I KONSERWACYJNYCH NA CIEKACH

IDENTIFICATION OF RISK FACTORS IN RIVER REGULATION AND MAINTENANCE WORK ON WATER COURSES

Streszczenie

Realizacja robót wodnych i wodno-melioracyjnych przebiega w trudnych warunkach ze względu na stałą obecność wody na budowie, różnorodność i zmienność warunków realizacji, stale przemieszczające się stanowiska pracy i front robót, ich sezonowość, konieczność ingerencji w środowisko przyrodnicze o dużej różnorodności. Cechy te sprawiają, że w trakcie wykonawstwa robót pojawia się różnego rodzaju ryzyko. Wszechstronna analiza jego przyczyn może wpłynąć na właściwe zarządzanie tym ryzykiem. W pracy zidentyfikowano i opisano czynniki, które powodują ryzyko nieterminowego wykonania robót regulacyjnych i konserwacyjnych na ciekach. Zostały one przedstawione w formie diagramu Ishikawy. Wyróżniono w nim sześć obszarów niezbędnych do rozpatrywania podczas planowania terminu zakończenia robót. Są to: zarządzanie procesem inwestycyjnym, organizacja robót, technologia robót, środki produkcji, pracownicy i materiały. Obszarom tym przypisano czynniki powodujące ryzyko niedotrzymania terminu końcowego robót. Do czynników tych zaliczono: niewystarczające środki finansowe na realizację projektu, brak nowoczesnych technologii, wysokie koszty pracy, sezonowość robót, szczególne wymagania dotyczące jakości robót, konieczność ochrony środowiska przyrodniczego, brak danych o zakresie i ilości robót, brak norm czasu roboczego, planowanie robót metodami deterministycznymi, stosowanie metody kolejnego wykonania, utrudniony wybór parametrów technicznych maszyn, różnorodność i zmienność obszarów pracy, stosowanie przemiennych schematów technologicznych, niekorzystne warunki atmosferyczne, naturalne utrudnienia w dostępności do stanowisk pracy, przerwy techniczno-organizacyjne, trudne i niebezpieczne warunki pracy, brak zaplecza socjalnego, dużą liczbę czynności wykonywanych ręcznie, małą atrakcyjność

zawodu, słabe przygotowanie zawodowe pracowników, naruszanie dyscypliny pracy, trudności w uzyskaniu i cenie przydatności materiałów. Lista tych czynników powinna być przedmiotem dalszych analiz pod kątem możliwości ich eliminowania oraz ograniczania zakresu ich oddziaływania.

Słowa kluczowe: identyfikacja ryzyka, diagram Ishikawy, roboty regulacyjne i konserwacyjne na ciekach

Summary

The execution of work in hydro-engineering and land reclamation takes place in difficult conditions, because of the presence of water, the variety and changeability of conditions, the changes of the work-stands and work-fronts, the seasonal employment of the workers, the necessary of interference in the environment. This attributes result in appearing of different risk types. In this paper we present the identification and description of factors generating the unpunctuality of work execution. These factors are presented on a Ishikawa diagram. These are: management of investment process, organization and technology of work, machines, workers, building materials. These factors were divided in subfactors which are the sources of breach of contract of the time limit realization. These subfactors are: insufficiency of funds, absence of modern technologies, high work costs, seasonality and special requirements of work execution, necessity of nature protection in the water-course bed, incomplete dates of work quantity, absence of standard work time, planning using method with sequence work execution, planning of the work execution by deterministic methods, difficult selection of machine parameters, variety and changeability of work field, using of alternative schemes, inconvenient weather conditions, limited accessibility to the work-station, technical and organization breaks, tough and dangerous work conditions, deficiency of workers camp, great number of hand-made activity, uninteresting job, inadequately profession, disturbing of the work discipline by workers, long expectation to purchase the building materials and for evaluation of their quality. The subfactors must be a theme for continuation of the analysis from the point of view to reduce or eliminate the influence of this subfactors on the work execution.

Key words: *risk identification, Ishikawa diagram, regulation and maintenance works on water courses*

WSTĘP

Wykonawstwo robót regulacyjnych i konserwacyjnych na ciekach wyróżnia wiele cech sprawiających, że przedsiębiorstwa realizujące tego typu roboty działają w warunkach niepewności. Cechy te to:

- stała obecność wody płynącej na terenie budowy,
- różnorodność i zmienność warunków realizacji,
- stale przemieszczające się stanowiska pracy i fronty robót,
- sezonowość robót,

– konieczność ingerencji w charakteryzujące się wielką różnorodnością, środowisko przyrodnicze i jego nieprzewidziane reakcje.

Cechy te sprawiają, że w trakcie wykonawstwa robót pojawiają się różnego rodzaju ryzyka. Poznanie tych ryzyk i ich wszechstronna analiza może spowodować znaczne ograniczenie i uniknięcie wielu niepożądanych zdarzeń w działalności inwestycyjnej, projektowej i wykonawczej.

Zarządzanie ryzykiem obejmuje [Pritchard 2002]:

– identyfikację ryzyka,
– klasyfikację ryzyka,
– pomiar ryzyka,
– planowanie metod reagowania na ryzyko,
– nadzorowanie i kontrolę ryzyka.

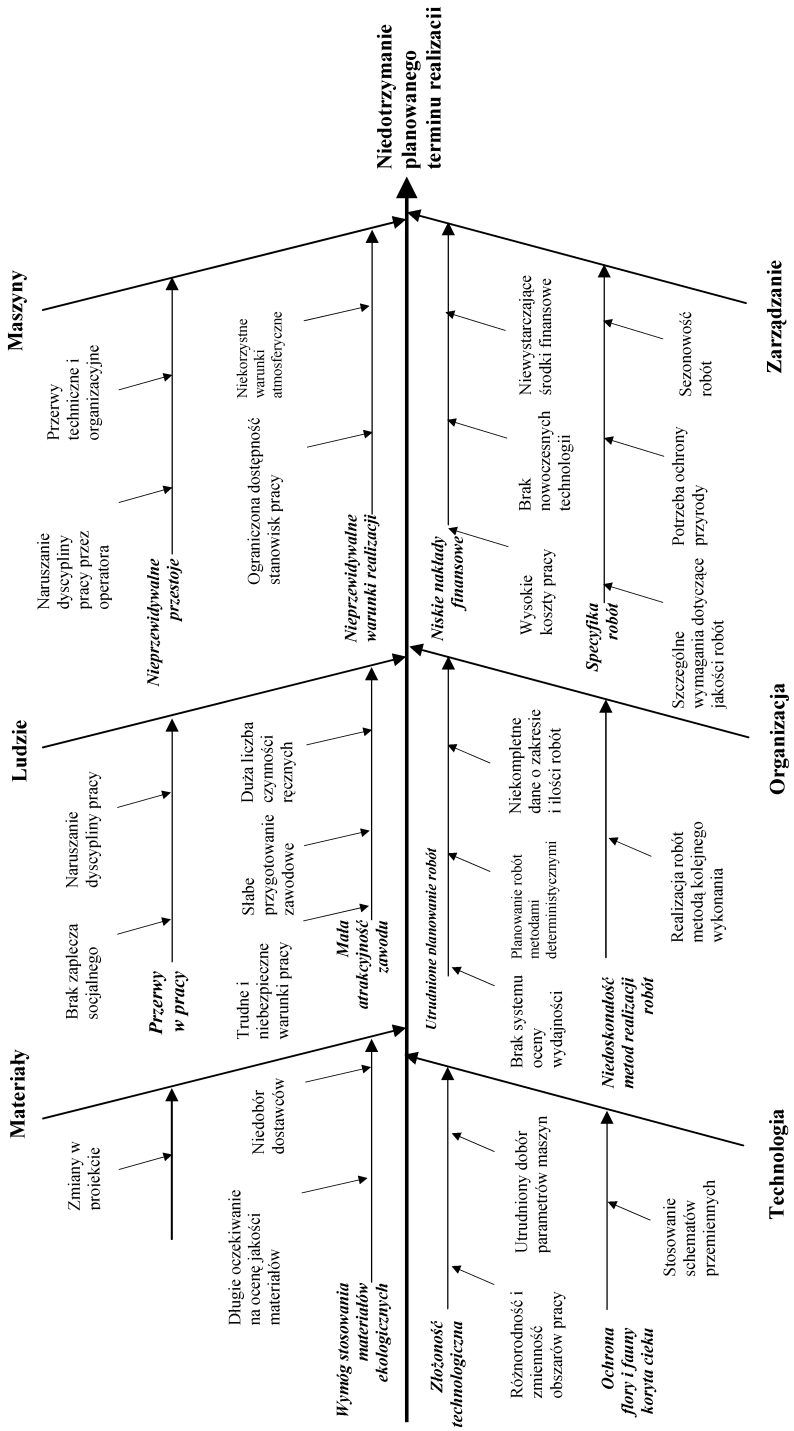
Istotnym etapem w tym procesie jest identyfikacja ryzyka, czyli określenie i scharakteryzowanie zagrożeń, które mogą mieć potencjalnie negatywny wpływ na realizowany projekt. Wg Royera „Jeśli chcemy prawidłowo zarządzać ryzykiem, najpierw musimy je odkryć. Odkryć, to znaczy zidentyfikować" [Skorupka 2007]. Wszystkie następne działania w analizie ryzyka będą ściśle uzależnione od tego etapu.

W niniejszej pracy podjęto próbę identyfikacji czynników powodujących ryzyko w robotach regulacyjnych i konserwacyjnych na ciekach, które występują na etapie wykonawstwa robót. Z uwagi na złożoność problemu zakres pracy ograniczono do identyfikacji czynników ryzyka, które mają bezpośredni wpływ na czas realizacji robót. Jest to bowiem obok kosztów i jakości robót najważniejszy element organizacji budowy. Stanowi on podstawę do oceny oferty przetargowej. Skutkiem nieterminowej realizacji robót jest wzrost ich kosztów, kary umowne, osłabiona wiarygodność firmy, co bywa przyczyną jej eliminacji z rynku.

IDENTYFIKACJA I OPIS CZYNNIKÓW RYZYKA DLA PROGNOZOWANYCH TERMINÓW WYKONYWANIA ROBÓT

Dotrzymanie zaplanowanego terminu realizacji robót regulacyjnych i konserwacyjnych na ciekach uzależnione jest od posiadania i użycia odpowiednich środków finansowych, technicznych oraz zastosowania właściwych rozwiązań technologicznych i organizacyjnych. Niedostatek i niewłaściwe władanie tymi środkami stanowią zagrożenie, że planowany termin zakończenia robót nie zostanie dotrzymany.

Do klasyfikacji przyczyn powstawania ryzyka zastosowano diagram Ishikawy, znany także w literaturze pod nazwą „diagram ryby" lub diagram „rybiego szkieletu". Jest to technika organizatorska często wykorzystywana do ilustrowania związków przyczynowo-skutkowych [Pritchard 2002].



Rysunek 1. Czynniki powodujące ryzyko niedotrzymania planowanego terminu realizacji robót
Figure 1. Factors which generate the risk to breach of contract of the work execution time-limit

W niniejszej pracy diagram taki (rys. 1) pozwolił przedstawić złożoność analizowanego problemu oraz wskazać, w układzie hierarchicznym, gdzie tkwią zagrożenia powodujące wydłużenie czasu realizacji robót. W diagramie tym na końcu głównej osi poziomej podany jest rozpatrywany skutek wystąpienia identyfikowanych źródeł ryzyka. Na strzałkach pochylonych, dochodzących do tej osi, wydzielono sześć obszarów zagrożeń. W dolnej części diagramu uwzględnione są źródła ryzyka występujące w obszarach zarządzania procesem inwestycyjnym oraz organizacji i technologii robót, a w górnej obszary ryzyka, których źródła tkwią w maszynach, ludziach i materiałach wykorzystywanych w procesie wykonawstwa.

W obszarze zarządzania procesem inwestycyjnym wyróżnione zostały dwie grupy czynników powodujących zagrożenie niedotrzymania planowanego terminu robót. Pierwsza z nich obejmuje czynniki wynikające ze zbyt niskich w stosunku do potrzeb i relatywnie malejących z roku na rok nakładów na inwestycje gospodarki wodnej [Borecki i in. 2004]. Druga zaś grupa czynników związana jest ze specyfiką robót wodnych i wodno-melioracyjnych.

W pierwszej grupie zidentyfikowano następujące przyczyny powstawania ryzyka:

– **Brak wystarczających środków finansowych na realizację projektu.** Niezdolność inwestora do zapewnienia odpowiedniego poziomu finansowania zadań określonych w projekcie powoduje przestoje w pracy ludzi, maszyn oraz opóźnienia w dostawach materiałów.

– **Niedostateczne wyposażenie sektora gospodarki wodnej w nowoczesne technologie.** W roku 2006 roboty regulacyjne i konserwacyjne w ciekach wykonano w Polsce łącznie na długości 30,5 km. W latach poprzedzających i w następnych było podobnie. Tak mała ilość robót wykonywana w kraju zniechęca naukę i praktykę do nowatorskiego rozwiązywania problemów technicznych i technologicznych, które mogłyby zwiększać efektywność robót. Skutkiem tego jest wciąż duże uzależnienie postępu robót od trudnych warunków wykonawstwa.

– **Wysokie koszty pracy.** Wysokie koszty zatrudnienia są dużą przeszkodą w zatrudnianiu kadry dobrze przygotowanej do rozwiązywania problemów związanych z terminową realizacją robót. Szczególnie ważne jest tu zatrudnienie osób kompetentnych, obeznanych z mierzeniem i oceną pracy, synchronizowaniem tempa pracy na poszczególnych stanowiskach i działkach roboczych, podejmowaniem działań ograniczających, wpływ niekorzystnych czynników na postęp prac.

– **Sezonowość robót.** Roboty regulacyjne i konserwacyjne w ciekach powinny być wykonywane przy niskich stanach wody. Trudności w przewidywaniu takich terminów mogą spowodować, że w trakcie wykonawstwa wystąpi brak ciągłości pracy, a w konsekwencji wydłużenie cyklu realizacji robót.

– **Szczególne wymagania dotyczące jakości robót.** Jakość robót regulacyjnych i konserwacyjnych na ciekach podyktowana jest wymaganiami technicznymi, ekologicznymi oraz estetycznymi. Wymusza to potrzebę ciągłej i wszechstronnej kontroli robót, dodatkowego zaangażowania nadzoru technicznego i specjalistów z zakresu ochrony środowiska. Osłabia znacznie postęp prac i utrudnia dochowanie umownego terminu robót.

– **Konieczność ochrony przyrody.** Przed rozpoczęciem robót należy zinwentaryzować zbiorowiska roślinne i zwierzęce występujące w korycie cieku i w strefie przybrzeżnej. Do ich składu jakościowego i ilościowego powinny być dostosowane osprzęty maszyn, schematy technologiczne i terminy wykonywania robót. Zachowanie tych warunków wpływa na zmniejszenie zmian w biocenozie koryta cieku, ogranicza protesty ekologów czy oponentów robót regulacyjnych i konserwacyjnych, ale także obniża zdolność produkcyjną zespołów roboczych.

W literaturze przedmiotowej wskazuje się, że poprawna organizacja i planowanie robót mogą spowodować skrócenie ich czasu nawet do 30% [Taczanowska, Jaśkowski 1998]. Dotyczy to także robót regulacyjnych i konserwacyjnych na ciekach. Dlatego, rozpatrując problem terminowego wykonania robót, rozwiązaniom organizacyjnym należy nadać szczególne znaczenie. Obejmują one: wyznaczenie terminów robót oraz metod ich wykonania, podział na działki robocze, ustalenie składu brygad roboczych, rozwiązania w zakresie dostawy, magazynowania i dostarczania materiałów na stanowiska pracy. Do głównych przyczyn powodujących występowanie ryzyka w tym obszarze zaliczono:

– **Brak pełnych danych dotyczących zakresu i ilości robót.** Podstawą do ustalenia czasu realizacji projektu powinny być jednoznacznie określone zakres i ilość robót. Występująca w cieku zmienność przekrojów poprzecznych, zróżnicowanie poziomu zamulenia, stanu technicznego budowli i ubezpieczeń utrudniają wyznaczenie tych danych, a ich uaktualnianie oznacza także modyfikację harmonogramów robót.

– **Brak norm czasu roboczego.** Wydajność pracy obok zakresu i ilości robót stanowi podstawę do określenia czasu trwania robót [Praca zbiorowa 1998]. Im lepiej jest ona oszacowana, tym prognoza terminu ukończenia robót jest dokładniejsza. Stosowane powszechnie normy nakładów czasu roboczego (KNR, KSNR, KNNR) uwzględniają wprawdzie zależności między rozwiązaniami techniczno-organizacyjnymi oraz specyficznymi warunkami wykonawstwa a potrzebnym czasem wykonania jednostki produkcji, lecz zależności te pochodzą z danych uśrednionych. Powoduje to więc jedynie szacunkowe określenie czasów trwania czynności, czego konsekwencją jest nieprecyzyjne planowanie czasu zakończenia robót.

– **Planowanie budowy metodami deterministycznymi.** Do planowania przebiegu robót w czasie wykorzystywane są głównie metody deterministyczne, właściwe tylko w przypadku przedsięwzięć o znanym charakterze, na które oddziałują wyłącznie zdeterminowane warunki wykonawstwa. Zmienność i różno-

rodność warunków realizacji w robotach regulacyjnych i konserwacyjnych powoduje, że określone w harmonogramach tymi metodami terminy realizacji poszczególnych czynności już od samego początku procesu inwestycyjnego nie są pewne.

– **Wykonywanie robót metodą kolejnego wykonania.** Stosowanie tej metody wymusza liniowy charakter robót regulacyjnych i konserwacyjnych oraz mały potencjał produkcyjny, którym dysponują przedsiębiorstwa wykonawcze. Skutkiem tego jest brak zadań alternatywnych dla zespołów produkcyjnych w przypadku niekorzystnych warunków realizacji, a w konsekwencji przerwy w pracy.

Warunkiem stosowania właściwych technologii robót regulacyjnych i konserwacyjnych na ciekach jest dobór odpowiednich maszyn, narzędzi i sprzętu oraz przyjęcie właściwych schematów wykonania robót. Na występowanie ryzyka w tym zakresie wpływa:

– **Utrudniony dobór parametrów techniczno-eksploatacyjnych maszyn.** Planując realizację robót regulacyjnych i konserwacyjnych, należy mieć na uwadze, że wymagają one użycia specjalistycznych maszyn i osprzętu specjalnie dostosowanych do charakteru robót i parametrów cieku. Zmienność tych elementów połączona z niedostępnością lub niewłaściwym doborem maszyn mogą zmienić zaprogramowaną wydajność.

– **Niepowtarzalne warunki realizacji.** Zróżnicowanie reżimów hydrologicznych rzeki, jej wymiarów, kształtu koryta i jego geologicznej budowy powodują, że doświadczenia zawodowe zdobyte przy robotach wcześniej realizowanych nie mogą być w pełni wykorzystane w rozwiązaniach technologicznych.

– **Przemienne schematy technologiczne.** Zastosowanie przemiennych schematów realizacji robót jest korzystne dla fauny i flory koryta cieku [Bondar-Nowakowska 2000], lecz powoduje straty czasu, których konsekwencją jest zmniejszona wydajność pracy maszyn.

Ryzyko związane z pracą maszyn w robotach regulacyjnych i konserwacyjnych na ciekach wynika głównie z oddziaływania dużej liczby czynników o charakterze losowym. Należą do nich:

– **Niekorzystne warunki atmosferyczne.** Regulacja i konserwacja cieków w odróżnieniu od innych robót budowlanych jest całkowicie uzależniona od warunków atmosferycznych. Uniemożliwia to realizację prac zgodnie z zaplanowanymi w harmonogramie.

– **Ograniczona dostępność do stanowisk pracy.** Ograniczenie to jest spowodowane meandrowaniem rzeki, osuwiskami brzegów, zadrzewieniami i zakrzaczeniami oraz zabudową strefy przybrzeżnej. Pokonywanie tych przeszkód wpływa na wydłużanie czasu zmian stanowisk roboczych, co na etapie planowania robót jest trudne lub niemożliwe do oszacowania.

– **Przerwy techniczne, organizacyjne.** Należą do nich przerwy wynikające z usterek i awarii maszyn, nieprzygotowania stanowisk pracy, będące wyni-

kiem braku zsynchronizowania pracy na kolejnych działkach roboczych. Ograniczają one osiągnięcie określonego w projekcie poziomu wydajności.

Do czynników powodujących ryzyko nieterminowego wykonania zadań przez pracowników należą absencja, fluktuacja kadr, nieprzestrzeganie dyscypliny pracy, brak przygotowania zawodowego, niesubordynacja. Mają one bezpośredni wpływ na liczebność i jakość brygad roboczych realizujących proces wykonawczy, z którymi ściśle powiązane są zachowanie reżimu technologicznego i organizacyjnego, liczebność działek roboczych, nominalny czas realizacji robót. Czynniki ryzykotwórcze to głównie:

– **Trudne i niebezpieczne warunki pracy.** Stanowiska pracy ręcznej w robotach regulacyjnych i konserwacyjnych na ciekach charakteryzują się znacznym obciążeniem pracą statyczną (praca w pozycji pochylonej), obciążeniami psychicznymi (praca niebezpieczna ze względu na obecność wody na stanowisku pracy) i obciążeniem czynnikami materialnego środowiska pracy, często wykraczającymi poza obszary komfortu (praca wyłącznie na otwartej przestrzeni).

– **Niedostateczne zaplecze socjalne.** Zmienność i tymczasowość stanowisk roboczych powoduje wzrost kosztów urządzania pomieszczeń socjalnych dla zabezpieczających pracowników. Zaniechania w tym zakresie powodują opuszczanie stanowisk roboczych, zwłaszcza w przypadku złych warunków atmosferycznych.

– **Duża liczba czynności wykonywanych ręcznie.** Brak zainteresowania innowacyjnego oraz motywacyjnego dla postępu technologicznego tego rodzaju robót, jak również potrzeba ochrony przyrody powodują, że wiele czynności w robotach konserwacyjnych i regulacyjnych wykonuje się ręcznie. Z tego względu praca ta jest niechętnie podejmowana przez robotników, a ze strony nadzoru technicznego wymaga większego niż zwykle zaangażowania dla kontroli jakości, technologii wykonania i przestrzegania terminów wyznaczonych w harmonogramie.

– **Mała atrakcyjność zawodu, słabe przygotowanie zawodowe.** Sezonowość robót, ciągłe przemieszczanie stanowisk pracy, występowanie zagrożeń i uciążliwych czynników na stanowiskach pracy oraz brak możliwości kształtowania ich wg zasad ergonomicznych powodują trudności w pozyskaniu pracowników.

– **Niskie kwalifikacje pracowników eliminują możliwość samodzielnego rozwiązywania problemów występujących na stanowiskach pracy.** Nie pozwala to na szybkie reagowanie na nieprawidłowości, które przyczyniają się do opóźnień w realizacji robót.

– **Naruszanie dyscypliny pracy przez operatorów maszyn i robotników.** Spóźnienia, opuszczanie stanowisk pracy przed zakończeniem zmiany roboczej wynikają głównie z dużej odległości miejsca pracy od miejsca zamieszkania. Dodatkowym problemem jest tu również często występująca niska świadomość i odpowiedzialność zawodowa.

Materiały używane do umocnień w regulowanych i konserwowanych ciekach są źródłem ryzyka niedotrzymania określonego w harmonogramie terminu

robót ze względu na wymagania związane z ochroną środowiska. Do powstania tego ryzyka przyczyniają się:

– **Trudności w otrzymaniu materiałów.** W robotach regulacyjnych i konserwacyjnych na ciekach najbardziej przydatne i najczęściej używane materiały to: kamień naturalny, drewno świerkowe, olchowe, topolowe, modrzewiowe, sadzonki wierzb i olsz, młode rośliny ukorzenione [Begemann, Schiechtl 1999]. Uzyskanie materiałów roślinnych możliwe jest tylko w terminach poza okresem wegetacji. Wpływa to na niewykorzystanie, w okresie wegetacji, środków produkcji.

– **Długi okres oczekiwania na możliwość oceny przydatności materiałów.** Otrzymany materiał roślinny może okazać się niewłaściwy w nowym siedlisku. Wtedy zachodzi konieczność powtórnego wykonywania robót umocnieniowych.

– **Zmiany projektowe.** Zmiany w projekcie utrudniają planowanie zaopatrzenia materiałowego oraz prowadzą do czasochłonnych poprawek.

Przedstawiony wykaz nie podaje wszystkich czynników ryzyka mogących wpłynąć na przekroczenie planowanego terminu zakończenia robót regulacyjnych i konserwacyjnych na ciekach. Nie uwzględnia on również wszystkich możliwych skutków wydajnościowych, charakterystycznych dla różnych rozwiązań projektowych. Wynika to z tego, że czynniki te są zmienne zarówno w czasie jak i w przestrzeni, a w robotach regulacyjnych i konserwacyjnych nie ma identycznych rozwiązań projektowych.

Dopiero, gdy określone zostaną warunki, wymogi i ograniczenia dotyczące konkretnego zadania, będzie można opracować bardziej szczegółową listę czynników ryzyka.

PODSUMOWANIE

Roboty regulacyjne i konserwacyjne na ciekach należą do najmniej pewnych jeśli chodzi o ich planowanie i organizację. Z tego względu trafna identyfikacja czynników, zakłócających tę pewność jest jednym ze sposobów na realizację robót zgodnie z założeniami przyjętymi w projekcie. Przedstawiony w pracy zbiór tych czynników jest obszerny i zróżnicowany. Wskazuje to, że zarządzanie ryzykiem w robotach regulacyjnych i konserwacyjnych na ciekach jest potrzebne i powinno być systematyczne.

Opracowany i zaprezentowany w formie diagramu Ishikawy zestaw czynników wskazuje, że główne źródła ryzyka związanego z przebiegiem robót w czasie tkwią w trudnych i niepowtarzalnych warunkach wykonawstwa. Są one również generowane, choć w mniejszym stopniu, przez projektantów i wykonawców robót. Niektóre z wyszczególnionych w diagramie czynników mogą zanikać, mogą też pojawić się nowe dotychczas nierozpoznawalne. Wszystkie one podlegają różnym ocenom z perspektywy dłuższego i krótszego czasu. Między wieloma z nich istnieją wzajemne związki co wskazuje, że powinny być

integrowane, bądź rozpatrywane w ujęciu systemowym. Komplikuje to bardzo przedstawione zagadnienie, bowiem w analizach ryzyka należy zawsze rozpatrywać ryzyko łączne, będące sumą wszystkich ryzyk [Bizon-Górecka 2007]. Prowadzenie zatem analiz ryzyka w wykonawstwie robót wodnych i wodnomelioracyjnych wymaga gromadzenia i analizowania dużej liczby informacji. Aby je pozyskać należy, na każdym etapie działalności inwestycyjnej, dokumentować działania związane z zarządzaniem ryzykiem. Nie jest to zadanie łatwe. Skupia się bowiem ono na tym, co w działalności inżynierskiej jest niekorzystne. Jednak tylko takie podejście pozwoli stworzyć zbiór procedur i rozwiązań, ułatwiających osobom odpowiedzialnym za realizację kolejnych projektów podejmowanie dobrych decyzji.

BIBLIOGRAFIA

Begemann W., Schiechtl H. M. *Inżynieria ekologiczna w budownictwie wodnym i ziemnym.* Wydawnictwo Arkady, 1999.

Bizon-Gorecka J. *Budowanie mapy ryzyk projektowych.* Strategie zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie. TNOiK Bydgoszcz 2007, s. 303–308.

Bondar-Nowakowska E. *Oddziaływanie robót konserwacyjnych na florę i faunę wybranych cieków nizinnych.* Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu. Nr 391, Wrocław 2000.

Borecki T., Pierzgalski E., Żelazo J. *Woda jako strategiczny czynnik rozwoju obszarów niezurbanizowanych.* Gospodarka wodna 6, 2004, s. 221–227.

Praca zbiorowa. *Podstawy organizacji zarządzania i technologii w budownictwie.* Arkady. Warszawa 1985.

Praca zbiorowa. *Przygotowanie budowy wykonywanej nowoczesnymi technologiami.* Warszawskie Centrum Postępu Techniczno-Organizacyjnego. Warszawa 1998.

Pritchard C. L. Zarządzanie ryzykiem w projektach*. Teoria i praktyka.* WIG-PRESS. Warszawa 2002.

Skorupka D. *Metoda identyfikacji i kompleksowej oceny ryzyka realizacji przedsięwzięć budowlanych.* Metody i modele badań w inżynierii przedsięwzięć budowlanych. Warszawa 2007, s. 185–204.

Taczanowska T., Jaśkowski P. *Ergonomia w budownictwie*. Politechnika Lubelska, Wydawnictwo Uczelniane, 1998.

Dr hab. inż. Elżbieta Bondar-Nowakowska
Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
50-365 Wrocław
Plac Grunwaldzki 24
tel. 071 3205590
e-mail: elzbieta.bondar-nowakowska@up.wroc.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Włodzimierz Parzonka*