

Zarządzanie ryzykiem w projektach wiertniczych



CZĘŚĆ I: WPROWADZENIE. IDENTYFIKACJA
I KATEGORYZACJA ZAGROZEŃ

Fot. Robert Osikowicz Engineering



Robert Osikowicz

(ur. 1966), absolwent Wydziału Wiertnictwa Nafty i Gazu AGH w Krakowie. Zajmuje się technologią wiercenia otworów kierunkowych i praktycznymi aplikacjami płynów wiertniczych w otworach różnego przeznaczenia. Ponadto w kręgu zainteresowań autora znajdują się: analizy wykonalności, ryzyka, jakości i kosztów dla projektów bezwykopowych. Od 2009 r. pracuje dla firmy Robert Osikowicz Engineering. Firma jest członkiem branżowej organizacji wiertniczej DCA-Europe.

Przedsięwzięcia wiertnicze uważane są za powtarzalne. Cechuje je wewnętrzna logika oraz skatalogowane i dobrze udokumentowane metody działania. Tym niemniej pojedyncze projekty można traktować jako zdarzenia unikatowe w tym sensie, że ich założenia mogą być determinowane przez lokalizację, otoczenie geologiczne, geometrię otworu czy też przeznaczenie instalacji. Budowa podziemnej infrastruktury, zarówno metodami konwencjonalnymi, jak i bezwykopowymi, obciążona jest zawsze mniejszym lub większym poziomem niepewności. Nawet w przypadku działań uznawanych za bezpieczne, gdzie ryzyko jest niskie, jego poziom nigdy nie spada do zera. Istnieje potrzeba uporządkowania pojęć, narzędzi i technik radzenia sobie z ryzykiem w branży wierceń kierunkowych HDD oraz w technikach pokrewnych. Zdaniem autora wiedza z zakresu analizy ryzyka jest niezbędna, a firmy powinny poświęcać temu zagadnieniu coraz więcej uwagi. Zarządzanie tym obszarem jest obecnie integralną częścią praktycznie wszystkich znanych metodyk zarządzania projektami

Pojęcia podstawowe

Firmy wiertnicze zarabiają dzięki realizacji projektów, są więc zorientowane na ich wyszukiwanie, pozyskiwanie (kontraktowanie) i ich skuteczną realizację. Projekt pozwala na osiągnięcie celów technicznych i biznesowych. Umożliwia zdobycie (poszerzenie) referencji, potwierdzenie pozycji na rynku usług i jest okazją dla wdrażania procesów optymalizacyjnych. Jest również próbą wykorzystania pewnej możliwości, z każdą okazją jednak związane jest ryzyko. W praktyce wiertniczej samo pojęcie ryzyka nie ma jednoznacznej definicji. Może być traktowane jako zagrożenie w aspekcie negatywnym lub jako szansa w kontekście pozytywnym. W analizie projektów określamy je też jako zdarzenie niepewne, które może wpływać na przedsięwzięcie wiertnicze. Jest to zarazem zdarzenie zidentyfikowane, którego prawdopodobieństwo wystąpienia można statystycznie określić.

Wyróżniamy trzy pojęcia powiązane z ryzykiem: przyczyna, zdarzenie oraz skutek (konsekwencja). *Przyczyna* jest utożsamiana z czynnikiem inicjującym (uruchamiającym), który wpływa pośrednio lub bezpośrednio na realizację projektu. Jeżeli czynnik taki się zmaterializuje, jego efektem będzie *zdarzenie*. Ma ono bezpośredni związek z przebie-

giem (procesem, działaniem, produktem) projektu lub jego celami. Efektem zdarzenia będzie *skutek*. Może mieć on swoje konsekwencje w ponoszonych kosztach, harmonogramie (czasie trwania) projektu, zakresie jego realizacji oraz jakości. Prawdopodobnie przygotowana analiza ryzyka dla projektów wiertniczych powinna ujawnić obszary, w których ryzyko może się zmaterializować, wytypować możliwe zdarzenia, ich skutki, określić ich prawdopodobieństwo zajścia oraz oszacować możliwą dotkliwość dla projektu. Takie usystematyzowane podejście do problemu ułatwia podejmowanie decyzji będących w istocie reakcją na zidentyfikowane i uświadomione ryzyko. Zaplanowane działania mogą mieć charakter prewencyjny i odnosić się do przyczyn lub też mieć charakter naprawczy i dotyczyć skutków.

Metody zarządzania ryzykiem

Istnieje kilka znanych modeli zarządzania ryzykiem w projektach związanych z budową rurociągów. Większość z nich zakłada wprowadzenie procedur składających się z kilku kroków (etapów). Dla każdego istotnego projektu rekomenduje się, aby wytypować narzędzia i techniki, jakie zastosujemy w procesie

zarządzania. Pierwszy etap można nazwać *planowaniem działań*.

Etap drugi to na ogół *identyfikacja ryzyka*. Jego przedmiotem jest wskazanie najważniejszych potencjalnych zagrożeń i szans, które powinny zostać umieszczone w rejestrze ryzyka. Rejestr to tabelaryczne zestawienie potencjalnych zdarzeń oraz wszelkich stowarzyszonych z nimi informacji. Jest uzupełniany o dane pozyskiwane w kolejnych etapach procesu zarządzania ryzykiem, takie jak m.in.: skutek, prawdopodobieństwo, zakres wpływu na projekt, zaplanowana reakcja. Identyfikacja ryzyka powinna mieć swoje miejsce w fazie koncepcyjnej (przygotowawczej), w której zapada decyzja o przyjęciu projektu do realizacji lub jego zaniechaniu. Identyfikacja ryzyka dotyczy sfery organizacyjnej, technicznej, prawnej i ekonomiczno-finansowej.

Etap trzeci polega na *ocenie* ryzyka. Oceniane są: prawdopodobieństwo zaistnienia zdarzenia, jego dotkliwość oraz czas (bliskość). Elementem takiej strategii mogą być zarówno analizy jakościowe, jak i ilościowe. Ich celem jest dokonanie hierarchizacji ryzyka, czyli wyodrębnienie tych zagrożeń, na których szczególnie warto się skupić. Czynności polegają na nadaniu odpowiedniego priorytetu ryzykom i opisaniu za pomocą wskaźników stopnia ich ważności.

Etap czwarty to *zaplanowanie reakcji* na każde zidentyfikowane (i wyselekcjonowane jako istotne) ryzyko. Wyróżnia się odrębne działania w odpowiedzi na zagrożenia (unikanie, redukcja, przeniesienie, współdzielenie, akceptacja) i szanse (wykorzystanie, wzmocnienie, odrzucenie). Możemy zaplanować i poddać ocenie więcej niż jedną reakcję w odniesieniu do konkretnego ryzyka. Efektem takiej oceny będzie wybór preferowanej reakcji w odniesieniu do danej pozycji z rejestru.

W praktyce wiertniczej samo pojęcie ryzyka nie ma jednoznacznej definicji. Może być traktowane jako zagrożenie w aspekcie negatywnym lub jako szansa w kontekście pozytywnym

Zarekomendowana procedura zaradcza będzie *wdrażana* w pierwszej kolejności jako piąty etap procesu zarządzania ryzykiem projektu. Procedura ta będzie musiała być na bieżąco monitorowana, a jej skuteczność poddawana ocenie.

Etap szósty określany jest jako *sprawozdawczość i komunikacja*, czyli informowanie zainteresowanych stron o aktualnym stanie procesu zarządzania poszczególnymi typami ryzyka. Komunikacja odnosi się do wszystkich pięciu poprzednich etapów zarządzania ryzykiem.

Źródła ryzyka

Istnieje kilka udowodnionych i dobrze opisanych w literaturze źródeł. Po pierwsze, istnieją źródła zewnętrzne, na które wykonawca może nie mieć wpływu lub jest on ograniczony. Zalicza się do nich otoczenie geologiczne, klimat, politykę, prawo oraz instytucje. Po drugie, istnieją czynniki wewnętrzne, zależne od właściwości planowania i realizacji procesu wiertniczego, na które projektant i wykonawca mają na ogół większy wpływ. Inny podział źródeł ryzyka będzie przebiegał pomiędzy

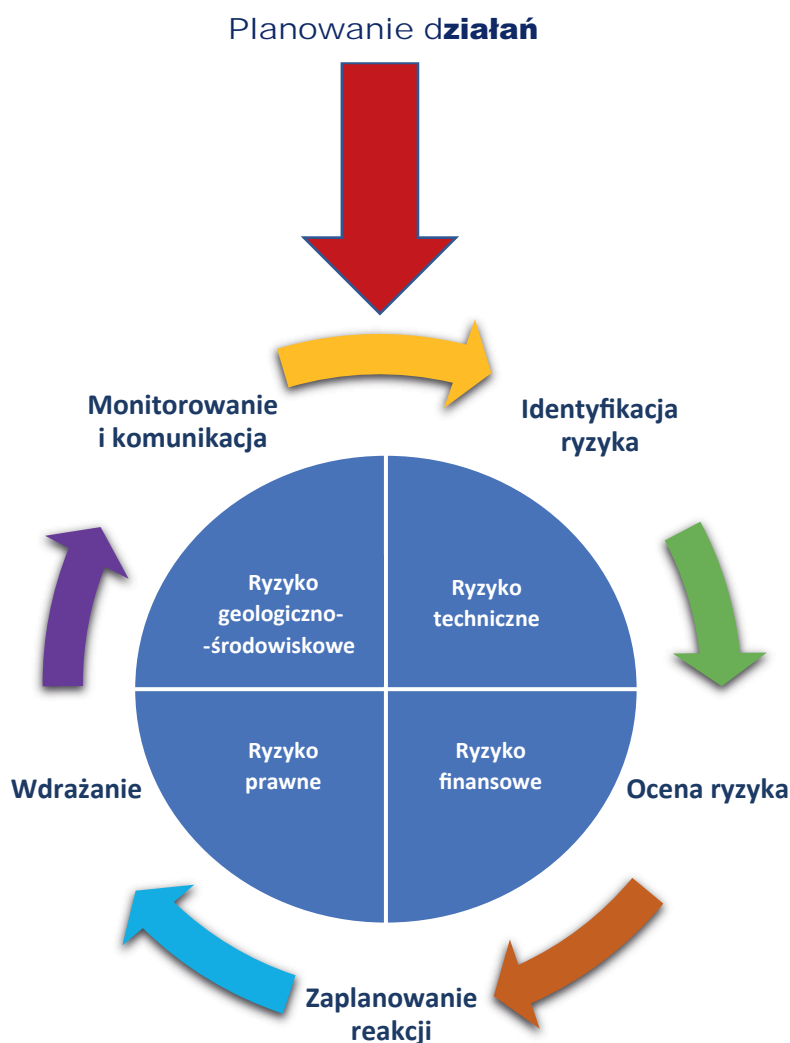
narzuconymi z zewnątrz uwarunkowaniami realizacyjnymi (technologiczne, terminowe, kosztowe), a inny między tymi wprowadzonymi przez samego wykonawcę prac. Te ostatnie wynikać mogą z braku wymaganej wiedzy, kompetencji czy też zaniedbań (zaniechań) w działaniu.

Identyfikacja ryzyka

Na etapie analizy wykonalności analizujemy projekt w celu wyselekcjonowania potencjalnych zagrożeń i szans. Ocenie poddawany jest stopień złożoności (oryginalności) zadania, wstępnie selekcjonowana jest lista niezbędnych urządzeń, osprzętu, procedur wiertniczych, powstaje zestawienie materiałów, lista personelu własnego, lista partnerów technicznych, dostawców i kooperantów. Prowadzi to do oceny czasu trwania projektu (har-

monogram) i do ustalenia prawdopodobnych kosztów. W bardziej zaawansowanych projektach działania dzieli się na etapy (fazy robót), przydzielając im niezbędne do zrealizowania zasoby materiałowe i finansowe. Analizowane są zwłaszcza dane historyczne, pozyskane w trakcie podobnych projektów przez firmę lub firmy jej podobne.

W praktyce spotyka się szereg narzędzi służących do skutecznej identyfikacji ryzyka wiertniczego. Należą do nich listy kontrolne (*check lists*), statystyczne analizy porównawcze, burze mózgów, analizy standardów technicznych, studia realnych projektów, indywidualne zgłoszenia wynikające z opinii osób zaangażowanych w projekt, audyty procedur wiertniczych, opinie ekspertów branżowych. Wartościowe wydają się zwłaszcza niezależne opinie kilku ekspertów, których źródłem może być sama firma wiertnicza, ale też firmy



RYS. 1. Schemat wskazujący na etapy w zarządzaniu ryzykiem projektu wiertniczego

serwisowe czy ośrodki naukowo-badawcze. Każdy z zaangażowanych ekspertów proszony jest o wskazanie listy możliwych zdarzeń i ich potencjalnych konsekwencji. Wytypowane przez ekspertów zdarzenia powinny być przedmiotem wnikliwej oceny. Należy zidentyfikowane ryzyko nazwać, określić jego symptomy, opisać na czym będzie ono polegało, ocenić zasięg oddziaływania na kluczowe elementy projektu, a także spróbować przewidzieć zależność od innych zagrożeń i szans. Jeśli potencjalne zagrożenie nie może zostać wyeliminowane lub ograniczone, zawsze należy zapytać o gotowość do jego akceptacji. Przy okazji należy rozważyć czy technika alternatywna nie radzi sobie lepiej z tym ryzykiem.

Kategorie ryzyka w projektach wiertniczych

Obszary ryzyka zależą od tego, co jest zasadniczym celem projektu. Najczęściej będzie nim bezpieczna instalacja rurociągu (lub wiązki rurociągów/kabli) w otworze wiertniczym. Produktem dostarczoną przez spółkę wiertniczą będzie przy tym nie tylko wykonany, dobrej jakości otwór, ale przede wszystkim umieszczony w nim rurociąg. Celem projektu będzie ulokowanie instalacji zgodnie z zało-

żeniami projektowymi (trajektoria) w stanie nienaruszonym (niepogorszonym). Zainstalowany rurociąg nie może zostać zdeformowany, a izolacja, o ile istnieje, nie może ulec uszkodzeniu. Celem projektu jest więc dostarczenie klientowi produktu o możliwie najwyższej jakości, a produkt ten musi być w pełni zaakceptowany przez klienta. Z drugiej strony celem dla spółki wiertniczej będzie osiągnięcie zysku, zdobycie doświadczenia, wzmocnienie pozycji na rynku. Cele te na ogół nie są ze sobą sprzeczne.

Najbardziej oczywistą kategorią ryzyka będzie ryzyko geologiczne wynikające z warunków podłoża, w których prowadzone są roboty wiertnicze. Błędy w ocenie ryzyka geologicznego są na ogół konsekwencją optymistycznych założeń co do parametrów geotechniczno-geologicznych zarówno formacji, przez którą prowadzona jest trasa wiercenia, jak i jakości warstw nadległych. Jeśli ważny parametr geotechniczny wykazuje małą zmienność przestrzenną, wówczas budowę geologiczną można określić ze stosunkowo wysoką dokładnością poprzez wywiercenie kilku otworów badawczych. W sytuacji dużych zmienności nawet gęsta sieć otworów nie pozwoli na dokładne rozpoznanie. Należy wówczas zaimplementować alternatywne techniki, w tym pomiary geofizyczne dla uzyskania prawdziwego

obrazu dla obszarów położonych pomiędzy otworami badawczymi.

Jako stowarzyszone z ryzykiem geologicznym można uznać ryzyko związane z interakcją zachodzącą pomiędzy procesem wiertniczym a środowiskiem naturalnym. Przedmiotem analizy będzie możliwy wpływ procesu na teren położony w bezpośredniej bliskości linii wiercenia, na wodę w rzece, wodę gruntową, powietrze, gatunki roślin i zwierząt pozostających pod ochroną. Badane jest też negatywne oddziaływanie na projekt potencjalnych anomalnych zjawisk pogodowych, w tym niskich temperatur, ulewnych deszczy czy powodzi.

Z kolei najobszerniejszą analizowaną kategorią jest ryzyko techniczne. Ta kategoria ryzyka ma związek z założeniami technologicznymi, zaangażowanym sprzętem i osprzętem wiertniczym oraz kwalifikacjami personelu. Pochodną po zastosowanych procedurach, technologii i metodzie działania będzie harmonogram prac. Jego niedotrzymanie będzie implikować dodatkowe koszty i obniżyć rentowność projektu. Bezpośredni wpływ na harmonogram ma brak wystarczających zasobów materialnych, organizacyjnych i ludzkich. Pośredni wpływ mają natomiast nieznanne lub nieuzgodnione normy i standardy postępowania. Uchybienia w logistyce, brak zapewnienia

Kategoria	Przykładowe obszary ryzyka	Przykładowe typy zagrożeń/szans
Ryzyko geologiczne i środowiskowe	podłoże geologiczne	brak rozpoznania geologicznego brak zrozumienia dla rozpoznanych warunków geologicznych wadliwy (niepełny) raport geologiczny zmienne warunki geologiczne występowanie gruntów nienośnych rozległe sekcje żwirowe kolizje z kamieniami aktywne formacje ilaste niska jakość masywu skalnego naturalne szczeliny i pustki trudno zwiercalne skały
	woda	migracja płuczki do dna przeszkody wodnej uszkodzenie budowli hydrotechnicznych obniżenie poziomu wód gruntowych migracja wody gruntowej do otworu
	gleba	wyciek olejów
	teren nadległy nad linią wiercenia	wynoszenie gruntu osiadanie gruntu migracja płuczki na powierzchnię
	powietrze	emisja hałasu emisja CO ₂ emisja pyłu
	teren chroniony	ograniczenie dostępu okresy ochronne
	pogoda	niska temperatura ulewne deszcze/powódź

TAB. 1. Kategorie i obszary ryzyka definiowane dla HDD

Kategoria	Przykładowe obszary ryzyka	Przykładowe typy zagrożeń/szans
Ryzyko techniczne	założenia projektowe	wadliwa trajektoria wiercenia długość otworu średnica otworu głębokość / przykrycie duża różnica elewacji pomiędzy wejściem i wyjściem zmiana azymutu w trakcie wiercenia kolizja z infrastrukturą podziemną zbyt mała odległość punktu wejścia/wyjścia od przekraczanej przeszkody wadliwy promień krzywizny brak analizy wykonalności projektu
	kompetencje firmy	brak wymaganych referencji
	harmonogram	przekroczenie czasu/opóźnienia wyprzedzenie harmonogramu presja czasu brak możliwości zapewnienia ciągłości innych procesów
	mobilizacja i demobilizacja	brak przygotowanych placów i dróg dojazdowych niewystarczająca powierzchnia placu maszynowego
	logistyka	oczekiwanie na dostawę
	sprzęt wiertniczy	niedopasowanie sprzętu wiertniczego do wymagań niedopasowanie obiegu płuczkowego do wymagań niedopasowanie osprzętu wgłębego do wymagań istotne awarie sprzętu brak możliwości wywiercenia otworu przez urządzenie podstawowe
	materiały	brak dostępu do wody technologicznej niska jakość materiałów płuczkowych
	prace wiertnicze	brak możliwości zrealizowania założonej trajektorii silne zakłócenia pracy systemów nawigacji uszkodzenie kabla pomiarowego niski postęp wiercenia pilotowego niski postęp poszerzania otworu utykanie narzędzi przechwycenie przewodu wiertniczego rozkręcenie połączeń gwintowych pod ziemią wysokie tarcie w otworze niestabilny otwór tworzenie się kawern wręby (oś przewodu w ścianie) uszczelnianie hydrauliczne zaniki prawidłowego obiegu płuczki niewłaściwa kompozycja płynu wiertniczego brak zdefiniowanego programu płuczkowego problemy z transportem zwiercin niewłaściwa hydraulika otworowa przerwanie ciągłości przewodu wiertniczego dewastacja (uszkodzenie) narzędzi niedopasowanie narzędzi niewłaściwa konfiguracja narzędzi brak możliwości zainstalowania/deinstalacji casingu utrata otworu
	przygotowanie rurociągu do instalacji	niewłaściwe parametry rurociągu (geometria/materiał) wady połączeń zgrzewanych wady połączeń spawanych wady izolacji nieszczelność rurociągu
	proces instalacji	utknięcie rurociągu nadmierne siły instalacyjne uszkodzenie izolacji uszkodzenie rury produktowej zniszczenie krętlika konieczność deinstalacji konieczność użycia stacji pchającej
	utilizacja odpadów	wysoki koszt deponowania szlamu wysoki koszt deponowania fazy stałej
	zarządzanie projektem	błędne decyzje/brak decyzji brak nadzoru
	personel wewnętrzny firmy	niskie kwalifikacje wysokie kwalifikacje brak możliwości pozyskania na rynku
personel wynajęty	kompetencje/podział obowiązków	

TAB. 1. cd. Kategorie i obszary ryzyka definiowane dla HDD

Kategoria	Przykładowe obszary ryzyka	Przykładowe typy zagrożeń/szans
Ryzyko finansowe	estymacja kosztów	niedoszacowanie kosztów przeszacowanie kosztów przekroczenie budżetu
	rezerwa budżetowa	brak rezerwy na zdarzenia nadzwyczajne
	rentowność projektu	brak wymaganej marży
	finansowanie projektu	brak kredytowania utrata płynności finansowej
	warunki i terminy płatności	odroczone płatność
	kursy walut	zmienność
	brak zapłaty po wykonaniu pracy	dotkliwa strata finansowa
	kary	strata finansowa
	nagrody i bonusy	zysk
	zerwanie umowy	strata
podatki	wymagania	
Ryzyko prawne	dokumenty kontraktowe	wadliwa dokumentacja wady w specyfikacji przetargowej brak sprawiedliwego podziału ryzyka ryzykowna formuła umowy
	obowiązujące prawo	restrykcje i ograniczenia
	decyzje sądów	pozwy klienta spory
	decyzje urzędów	zmiany w prawie zmiany w decyzjach
	decyzje rządu	zmiana polityki
	obowiązujący język	błędy w komunikacji
	własność	kradzieże mienia uszkodzenie (dewastacja) mienia
	bezpieczeństwo	wypadki przy pracy ryzyka militarne
	ubezpieczenie	wysoka składka brak podmiotu ubezpieczającego na rynku
	prawa autorskie	naruszenia
	licencje	naruszenia

TAB. 1. cd. Kategorie i obszary ryzyka definiowane dla HDD

ciągłości dostaw materiałów i części to kolejne potencjalne źródła ryzyka.

Uzupełniającym elementem całego układu niepewności są zdarzenia natury prawnej, politycznej, finansowej, makroekonomicznej i społecznej. Niepewności wynikają ze zmienności i niestabilności w tym obszarze i mogą mieć niebagatelny wpływ na losy długoterminowych projektów. W zakresie ryzyka prawnego i instytucjonalnego mieszczą się np. nieuregulowane kwestie własności gruntów, na których ma powstać nowa infrastruktura, kwestia wyłonienia wykonawcy w drodze przeprowadzenia procedury przetargowej oraz formuła kontraktu zawieranego pomiędzy klientem a wykonawcą. W zakresie ryzyka finansowego mieszczą się wszystkie działania zmierzające do oszacowania budżetu projektu oraz sporządzenia prawidłowego rachunku kosztów i korzyści.

Wiertnictwo rurociągowo jest jedną z kosztowniejszych metod budowy instalacji podziemnych. Należy zadbać z jednej strony o bezpieczną formułę kontraktu, a z drugiej o odpowiednie zasoby i znalezienie źródeł finansowania dla zaplanowanego przedsięwzięcia.

Przyczyna – zdarzenie – konsekwencje

Tak określona sekwencja wydarzeń znana jest nie tylko z projektów wiertniczych, ale przede wszystkim z życia codziennego. Odnosi się także przy tym do możliwie najbardziej obiektywnego opisywania procesów technicznych, ekonomicznych i prawnych. Jeśli po wydarzeniu nr 1 następuje wydarzenie nr 2, to uważamy, że wydarzenie nr 2 zostało spowodowane przez nr 1. W wiertnictwie wydarzenie

nr 2 (zdarzenie) może mieć więcej niż jedną przyczynę. Również może mieć więcej niż jeden skutek. Rozważmy przykład takiego ciągu zdarzeń. Fakt, jakim jest brak profesjonalnej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, mógł zaistnieć na skutek braku wiedzy o jej konieczności, zaniechania ze strony inwestora lub projektanta, braku dobrych praktyk czy braku budżetu na jej przygotowanie. Skutkiem (konsekwencją) tego braku może być jedno lub wiele wydarzeń o raczej negatywnym wydźwięku. Wydarzenia te mogą być ze sobą powiązane lub być całkowicie niezależne. Dotkliwość tych zdarzeń dla przejrzystości rozumowania została rozlokowana w obszarze czasu (harmonogram), obszarze kosztu (budżet), obszarze jakości i w końcu obszarze zakresu realizacji projektu. Załóżmy przy tym, że planujemy wykonać instalację sześciu rurociągów DN200 mm w jednym otworze pod dnem

Zdarzenie	Przyczyna (potencjalne czynniki wpływu – maks. 3 pozycje)	Kategoria ryzyka	Potencjalne konsekwencje (maks. 2 pozycje)			
			Harmonogram (czas)	Budżet (koszt)	Zakres realizacji	Jakość projektu
Brak rozpoznania geologicznego	Wady projektowe Brak kompetencji Niski budżet inwestora	ryzyko geologiczne			x	x
Osiadanie gruntu	pusty otwór penetracja wody gruntowej geologia	ryzyko geologiczne			x	x
Niesprzyjające warunki pogodowe	błędne rozpoznanie lokalnego klimatu błędne założenia projektowe niezrozumienie dla wymagań technologicznych	ryzyko środowiskowe	x	x		
Brak możliwości zrealizowania założonej trajektorii	nierealistyczny projekt zakłócenia w pracy systemów nawigacji konfiguracja BHA kompetencje wiertacza	ryzyko techniczne			x	x
Niewystarczająca dokładność systemu nawigacji	nierealistyczny projekt błąd w wyborze systemu nawigacji geologia	ryzyko techniczne			x	x
Silne zakłócenia pracy systemów nawigacji	infrastruktura podziemna i napowierzchniowa sieci energetyczne ruch jednostek pływających	ryzyko techniczne	x			x
Niski postęp poszerzania otworu	brak rozpoznania geologicznego konfiguracja BHA niewłaściwa hydraulika	ryzyko techniczne	x	x		
Utykanie narzędzi	geologia konfiguracja BHA niedopasowanie urządzenia wiertniczego hydraulika otworowa	ryzyko techniczne	x			x
Przechwycenie przewodu wiertniczego	dłuższy czas braku ruchomości przewodu hydraulika otworowa niewłaściwe oczyszczanie otworu deformacje ściany	ryzyko techniczne	x	x		
Rozkręcenie połączeń gwintowych pod ziemią	niewłaściwy moment skręcający połączenie gwintowe wibracje i udary procedura niekontrolowanego kręcenia „w lewo”	ryzyko techniczne	x	x		
Wysokie tarcie w otworze	niewłaściwa geometria otworu niewłaściwe oczyszczanie otworu płyn wiertniczy	ryzyko techniczne			x	x
Tworzenie się kawern	zmiennie warunki geologiczne niski postęp wiercenia konfiguracja BHA hydraulika otworowa	ryzyko techniczne			x	x
Wręby (przewód w ścianie otworu)	zmiennie warunki geologiczne zmiana azymutu i/lub inklinacji w miękkich warstwach konfiguracja BHA	ryzyko techniczne			x	x
Szczelinowanie hydrauliczne nadkładu	przekroczenie ciśnienia dopuszczalnego geologia trajektoria otworu niewłaściwe oczyszczanie otworu	ryzyko techniczne	x			x
Zaniki prawidłowego obiegu płuczki (zaniki wgłębne)	geologia niewłaściwe oczyszczanie otworu trajektoria otworu	ryzyko techniczne		x		x
Problemy z transportem zwiercin	płyn wiertniczy brak nadzoru firm serwisowych geologia	ryzyko techniczne	x			x
Niewłaściwa hydraulika otworowa	niedopasowanie sprzętu płuczkowego geologia konfiguracja BHA	ryzyko techniczne	x			x
Przerwanie ciągłości przewodu wiertniczego (bez rozkręcenia połączenia gwintowego)	złożony stan naprężeń przekroczenie dopuszczalnego momentu obrotowego geometria otworu praktyki wiertnicze	ryzyko techniczne	x	x		
Niewłaściwa konfiguracja narzędzi	geologia brak kompetencji niedopasowanie sprzętu wiertniczego	ryzyko techniczne	x		x	

TAB. 2. Zestawienie 30 wybranych potencjalnych zdarzeń negatywnych w procesie planowania, kontraktowania i realizacji projektów HDD. Pokazane przykłady mają charakter wyłącznie poglądowy

Zdarzenie	Przyczyna (potencjalne czynniki wpływu – maks. 3 pozycje)	Kategoria ryzyka	Potencjalne konsekwencje (maks. 2 pozycje)			
			Harmonogram (czas)	Budżet (koszt)	Zakres realizacji	Jakość projektu
Utrata otworu wiertniczego	marszowanie w niestabilnym otworze trwałe zakleszczenie narzędzi lub przychwycenie przewodu wiertniczego brak procedury dokręcania przewodu za narzędziem	ryzyko techniczne		x	x	
Nadmierne siły instalacyjne	niska jakość otworu wiertniczego niewłaściwe balastowanie rurociągu geologia	ryzyko techniczne			x	x
Uszkodzenie izolacji rury stalowej	niska jakość izolacji wysokie tarcie w otworze (niska jakość otworu) geologia (obiekty)	ryzyko techniczne		x		x
Uszkodzenie rurociągu HDPE	przekroczenie dopuszczalnych naprężeń przekroczenie dopuszczalnego ciśnienia różnicowego brak balastowania rurociągu	ryzyko techniczne			x	x
Wysokie koszty utylizacji odpadów	brak zamkniętego obiegu płuczki geologia regulacje prawne	ryzyko techniczne		x		x
Brak wymaganych referencji	wadliwe kryteria przetargowe brak kompetencji	ryzyko techniczne	x			x
Oczekiwanie na dostawę (sprzętu lub materiałów)	błędy w logistyce brak lokalnej dystrybucji brak kompetencji	ryzyko techniczne	x	x		
Przekroczenie budżetu	brak rzetelnej analizy projektu brak doświadczenia i kompetencji niedopasowanie urządzeń i technologii geologia	ryzyko ekonomiczne		x	x	
Brak rezerwy na zdarzenia nadzwyczajne	brak analizy ryzyka brak kompetencji geologia	ryzyko ekonomiczne		x	x	
Zmienność kursu walut	niestabilna sytuacja makroekonomiczna polityka rządu	ryzyko ekonomiczne		x		
Wadliwa dokumentacja projektowa	brak kompetencji projektanta brak nadzoru inwestorskiego niedostateczna jakość dokumentacji geologiczno-inżynierskiej	ryzyko prawne			x	x

TAB. 2. cd. Zestawienie 30 wybranych potencjalnych zdarzeń negatywnych w procesie planowania, kontraktowania i realizacji projektów HDD. Pokazane przykłady mają charakter wyłącznie poglądowy

rzeki na dystansie 350 m urządzeniem klasy 450 kN. Zakładane przez wykonawcę prac piaski drobne o średnim stopniu zagęszczenia okazują się w rzeczywistości skomplikowanym układem ilowo-iłowcowym, z sekcją pospółek i żwirów zalegających tuż przy powierzchni terenu. Konsekwencją braku rozpoznania w obszarze czasu są opóźnienia będące wynikiem niższego niż zakładano postępu prac. Konsekwencją w obszarze kosztów będzie wzrost nakładów na nadmiernie zużywające się narzędzia i narastające koszty operacyjne (ilość zmian roboczych). Konsekwencją zakresu realizacji jest konieczność wywiercenia dwóch otworów równoległych o mniejszej średnicy zamiast jednego o średnicy większej. Konsekwencją w obszarze jakości projektu będą wyższe od zakładanych obciążenia instalacyjne (wyższe naprężenia powstające w rurociągach), mogące ograniczyć użyteczność instalacji w przyszłości.

Ryzyka związane z projektami HDD w skrajnych przypadkach mogą doprowadzić do nieukończenia prac wiertniczych, negatywnego oddziaływania na środowisko, uszkodzenia infrastruktury powierzchniowej i podziemnej

Podobne konsekwencje może mieć co najmniej kilkadziesiąt zdarzeń, które da się wyodrębnić dla każdego projektu wiertniczego. Zdarzenia negatywne mogą zachodzić na każdym z etapów projektu, tj. w przygotowaniu, realiza-

cji czy finalizacji. Zdarzenia te mogą mieć swoje następstwa w postaci komplikacji (mniej dotkliwe) i awarii wiertniczych (bardziej dotkliwe).

Akceptowalny poziom ryzyka

Potencjalne ryzyka nieodłącznie towarzyszą projektom HDD. W skrajnych przypadkach mogą doprowadzić do nieukończenia prac wiertniczych, negatywnego oddziaływania na środowisko, uszkodzenia infrastruktury powierzchniowej i podziemnej. Zarządzanie ryzykiem polega na jego identyfikacji na etapie planowania i projektowania zadania. Wówczas najłatwiej je wyeliminować lub, jeśli nie jest to niemożliwe – ograniczyć. Doświadczony i wykwalifikowany personel jest jednym z najważniejszych aktywów służących bezpiecznej i ekonomicznej realizacji przedsięwzięcia. Kiedy nieprzewidziane problemy narastają w trakcie realizacji projektu, okazuje się, że mają one źród-

dła w nieprawidłowym planowaniu i przyjęciu wadliwych założeń technicznych na wstępnym jego etapie lub też, co równie prawdopodobne, w braku wystarczających kompetencji projektanta i/lub wykonawcy. Jak w każdej szybko rozwijającej się dziedzinie, także i w HDD można spotkać podmioty o niewystarczających umiejętnościach. Rozstrzygnięcie, czy dany wykonawca posiada wystarczające doświadczenie techniczno-technologiczne do realizacji złożonego zadania, należy do właściciela kontraktu (inwestora) i jego inżynierów. To oni są odpowiedzialni za sformułowanie dokumentów przetargowych oraz specyfikacji technicznej w taki sposób, aby kryteria oceny oferty były zrównoważone i obejmowały cenę, referencje, zaproponowany przez wykonawcę sposób działania oraz deklarację zaangażowanych środków intelektualnych i materialnych. Waga przyznawana poszczególnym elementom będzie zależna od stopnia oryginalności danego projektu, co jest równoważne ze stopniem jego ryzyka.

Mając świadomość istnienia ryzyka, należy nim zarządzać. W przeciwnym razie to ryzyko może zarządzać projektem i decydować o jego powodzeniu

Poziom ryzyka rośnie wraz ze stopniem złożoności projektu. Dla projektów niestandardowych, rekordowych lub bardzo innowacyjnych ryzyko może być znaczące. Wynika to z konieczności podejmowania wielu decyzji przy ograniczonym zasobie informacji. W takich projektach przyjmowane są pewne założenia techniczno-technologiczne, których skuteczność weryfikowana jest dopiero w czasie realizacji zadania. Warty podkreślenia wydaje się fakt, że traktowanie ryzyka w sposób tradycyjny, wyłącznie jako potencjalne zagrożenie, może być błędem. Tracimy wówczas z pola widzenia szanse, które pozwalają na osiągnięcie wyższego zysku jako nagrody za podjęcie się ryzykownego przedsięwzięcia. Dobrze przygotowana firma może akceptować wyższy poziom ryzyka, ponieważ ma opracowany szeroki wachlarz

działań zaradczych na wypadek jego materializacji. Trwanie w pasywnych działaniach rzadko kiedy przynosi oczekiwane korzyści. Odważnym krokiem w dziedzinie innowacyjnych (nietypowych) projektów musi towarzyszyć przemyślany plan wariantowego działania.

Podsumowanie

Jak już zostało wspomniane wcześniej, nie ma projektu wiertniczego, który byłby całkowicie pozbawiony niepewności (ryzyka, szansy). Nie ma też metody gwarantującej całkowite zabezpieczenie się przed skutkami ryzyka. Warto podkreślić, że niemal każda metoda zabezpieczenia się kosztuje. I na to musi być przewidziana stosowna kwota w budżecie. Możemy ją jednak wydać z korzyścią dla projektu lub ją roztrwonić bez gwarantowanego rezultatu. Dlatego celem powinna być profesjonalizacja w zakresie kompleksowej obsługi ryzyka, poczynając od identyfikacji, oceny, szczegółowej analizy, a kończąc na wypracowaniu metody postępowania i realnych działaniach. Odwaga i przełamywanie naturalnej niechęci do podejmowania ryzyka powinny być równoważone przez umiejętne wdrażanie skutecznych narzędzi. Mając świadomość istnienia ryzyka, należy nim zarządzać. W przeciwnym razie to ryzyko może zarządzać projektem i decydować o jego powodzeniu. To, co jest przewidywalne i oswojone, zdarza się rzadko. To, czego nie uwzględnimy w naszych analizach, może mieć miejsce.

W kolejnej części rozpoczętego tym artykułem cyklu zostaną poddane przeglądowi dostępne metody kwantyfikacji ryzyka, w tym zwłaszcza oceny jego prawdopodobieństwa i konsekwencji. ◀

Literatura

- [1] Ch. Donnelly: The Role of the 'Value for Money' Assessment Process in the Curtis Island, Australia, Multiple 2.1 km HDD Project. NASTT No-Dig Conference, Orlando, 2014.
- [2] G. Duyvestyn, M. Gelinas: Pushing the Limits. When Does It make Sense to Attempt a Longer and Larger HDD Installations. NASTT No-Dig Conference, Denver, 2015.
- [3] Europe Direct: Analiza ryzyka w projektach. Białystok, 2012.
- [4] Federation of European Risk Management

Associations: Standard zarządzania ryzykiem. Bruksela, 2003.

- [5] M. Kowalczyk, M. Wrześniewski: Zarządzanie ryzykiem w projekcie. Mandarin Project Partners, 2011.
- [6] B. Keulen: Maximum Allowable Pressures During HDD Focused on Sand. Delft, 2001.
- [7] H. Kruse: Risk Reduction for Trenchless Technologies in Soft Soil Conditions. Delft, 2015.
- [8] H. Kruse: Risk During Pullback Operation of Horizontal Directional Drilling. Delft, 2008.
- [9] P.Y. Moganti: Safety Risks Investigation of Horizontal Directional Drilling Projects. Clemson University, 2016.
- [10] L. Onsarigo: Analysis of Horizontal Directional Drilling Construction Risks Using the Probability – Impact Model. Bowling Green State University, 2014.
- [11] M. Osbak, C. Murray: The Economics of Risk Absorption and Risk Transfer Strategies in Horizontal Directional Drilling. NASTT No-Dig Conference, Sacramento, 2012.
- [12] R. Osikowicz: Koszty – Jakość – Ryzyko. Artykuł wygłoszony w trakcie III Seminarium Technicznego ROE w Krakowie. Grudzień, 2016.
- [13] R. Osikowicz: Zarządzanie jakością otworu wiertniczego. Inżynieria Bezwykopowa, 1/2015.
- [14] R. Osikowicz: Zamknięty obieg płuczkowy, cz. I–IV, Inżynieria Bezwykopowa, 1/2016, 2/2016, 3/2016, 4/2016. Project Management Institute: Practice Standard for Project Risk Management. Pennsylvania, USA, 2009.
- [15] D. Patrick: Identifying Key Risks in Construction Projects. Life Cycle and Stakeholder Perspective. Sydney, 2009.
- [16] B. Peters: Can You See it Coming? Examine and Mitigation Common Causes of HDD Failures. NASTT No-Dig Conference, Orlando, 2014.
- [17] K. Staheli: Effectiveness of Hydrofracture Prediction for HDD Design. NASTT No-Dig Conference, Chicago, 2010. B. Telfer: Determining the Optimum Level of Investigation for a Trenchless Installation Project. 2012.
- [18] X. Wang, R. Sterling: Stability Analysis of a Borehole Wall During Horizontal Directional Drilling. Tunnelling and Underground Space Technology, 2007.