

Zarządzanie jakością i ocena ryzyka w wiertnictwie horyzontalnym

Jakość wciąż w górę!

dr inż. Stanisław Bednarz*



Oferowanie wyrobów i usług najwyższej jakości po dostępnych cenach to warunek posiadania stałych klientów i osiągnięcia sukcesu gospodarczego. Bardzo motywującym czynnikiem w dążeniu do wysokiej jakości powinna być większa możliwość ustalania ceny wyrobów lub usług na optymalnym dla organizacji poziomie. Przedsiębiorstwo wiertnicze, z uwagi na wielozakresowe obszary stanowiące o powodzeniu poszczególnych etapów swojej działalności, wymaga szczególnie aktywnego planowania, wdrożenia, sprawdzania i działań korygujących oraz przeglądu wykonywanego przez kierownictwo.

Pojęcie jakości stosuje się do różnych dziedzin życia, ale zasadniczo odnosi się do wyrobów lub usług i w tym kontekście najczęściej jest dyskutowane. W celu zwiększenia określenia podstawowych pojęć z zakresu jakości można posłużyć się poniższymi definicjami. Według PN-EN-ISO 9000:2001 [1] „**jakość to stopień, w jakim zbiór inherentnych właściwości spełnia wymagania**”. Według podręcznika jakości jednego z wielkich koncernów międzynarodowych „**jakość to zgodność z danym zestawem wcześniej ustalonych standardów**”.

Pierwsza z definicji jest definicją wartościującą i najczęściej występuje w literaturze przedmiotu. Przy czym często wyróżnia się dodatkowo jakość techniczną i marketingową. Jakość techniczna powstaje w dwóch etapach [13]:

□ w czasie projektowania produktu (usługi lub wyrobu) oraz procesu jego realizacji, jest to jakość projektu (*quality of design*);

□ w procesie wykonywania usługi lub wytórczym wyrobu, jest to jakość wykonania (*quality of manufacture*).

Marketingowa jakość produktu jest osiągana przy stałej współpracy menedżera jakości ze służbami marketingowymi. Współpraca ta odbywa się w sferze komunikacji pomiędzy usługodawcą (producen-tem) a klientem [6].

Zarządzanie jakością

Wszystkie skoordynowane działania dotyczące kierowania organizacją i jej nadzorowania w odniesieniu do jakości są zarządzaniem jakością. Zarządzanie jakością obejmuje: planowanie jakości, sterowanie jakością, zapewnienie jakości i jej doskonalenie.

Zarządzanie jakością nie może być całkowicie autonomicznym segmentem ogólnego systemu zarządzania w przedsiębiorstwie. Ma ono na celu kreowanie i ochronę jakości produktu, a tym samym wzmocnienie lub utrzymanie ustabilizowanej pozycji firmy na rynku. Wyróżnia się trzy etapy

w tym procesie: formułowania celów, sterowania działaniami podejmowanymi dla osiągnięcia wytyczonych celów, kontroli i oceny realizacji zamierzeń.

U podstaw obowiązującej na świecie filozofii gospodarczej znajduje się zasada „Nie ustalaj wyrobu, dopóki nie ustalisz klienta i jego potrzeb oraz oczekiwań”.

Kadra kierownicza ukierunkowuje przedsiębiorstwo na klienta i w taki sposób o niego zabiega, aby współpracował z nim, a nie z konkurencją. Występuje równocześnie ciągły rozwój produktu, doskonalenie procesu ochrony jakości w sferze poprodukcyjnej, kompleksowa obsługa nabywcy aż do likwidacji zużytego produktu.

Prekursorami kompleksowego zarządzania jakością TQM (Total Quality Management) są W.A. Shewart oraz W.E. Deming, którzy zastosowali pętlę jakości ze sprzężeniami zwrotnymi; wcześniej pierwszy z nich w ramach układu produkcyjnego, drugi – z uwzględnieniem sprzężeń zwrotnych między układem produkcyjnym a jego rynkowym otoczeniem. Znaczenie sprzężeń występujących w ramach układu produkcyjnego jest istotne, lecz w stosunku do sygnałów płynących z rynku powinno być uznane za pomocnicze i służebne. Z ogólnymi zasadami kompleksowego zarządzania jakością można zapoznać się w oparciu o zestawienie pewnych punktów odnoszących się zasadniczo do kierownictwa. Działania są uporządkowane chronologicznie jako: planowanie, wykonanie, sprawdzanie, korygowanie.

Według PN-EN ISO 9000:2000 zarządzanie organizacją ma na celu ciągłe doskonalenie funkcjonowania przy uwzględnieniu potrzeb wszystkich zainteresowanych stron. Wśród innych dziedzin zarządzania, w zarządzaniu organizacją występuje zarządzanie jakością, które można oprzeć na ośmiu zasadach w celu doskonalenia funkcjonowania. Zalecenia te można przedstawić w skróconej formie następująco:

- Orientacja na klienta. Organizacje powinny rozumieć obecne i przyszłe potrzeby klienta, aby spełniać jego wymagania oraz wykroczyć ponad jego oczekiwania.
- Przywództwo. Zaleca się, aby przywódcy tworzyli i utrzymywali środowisko wewnętrzne, w którym ludzie mogą w pełni angażować się w osiągnięcie celów organizacji.
- Zaangażowanie ludzi. Pracownicy na wszystkich szczeblach są istotą organizacji i ich całkowite zaangażowanie pozwala na wykorzystanie ich zdolności dla dobra organizacji.
- Podejście procesowe. Pożądaný wynik osiąga się z większą efektywnością

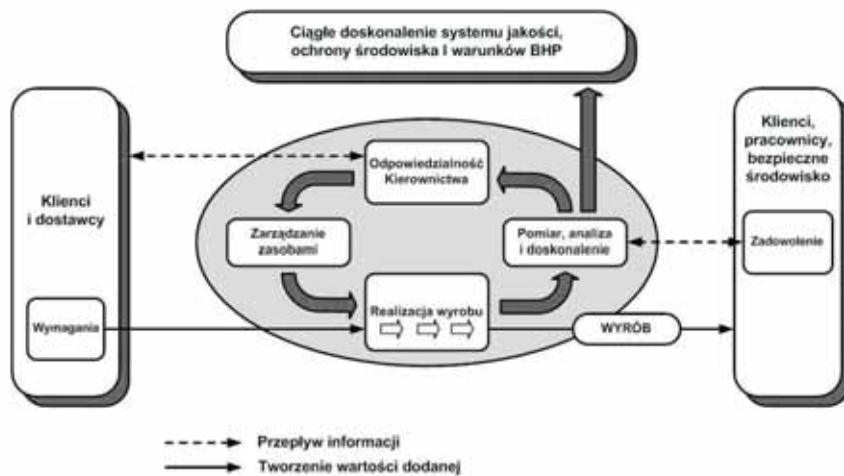
wtedy, gdy działania i związane z nimi zasoby są zarządzane jako proces.

- Podejście systemowe do zarządzania. Zidentyfikowanie, zrozumienie i zarządzanie wzajemnie powiązanymi procesami jako systemem przyczynia się do zwiększenia skuteczności i efektywności organizacji w osiągnięciu celów.
- Ciągłe doskonalenie. Zaleca się, aby ciągle doskonalenie funkcjonowania całej organizacji stanowiło stały cel organizacji.
- Podejmowanie decyzji na podstawie faktów. Skuteczne decyzje opierają się na analizie danych i informacji.
- Wzajemnie korzystne powiązania z dostawcami. Organizacja i jej dostawcy są od siebie zależni, a wzajemnie korzystne powiązania zwiększają zdolność obu stron do tworzenia wartości.

Barierami utrudniającymi realizację niektórych z wymienionych zasad, wskazywanymi przez ekspertów, są: dążenie do osiągnięcia doraźnego zysku, dominacja kryteriów ilościowych, sformalizowany system oceny pracowników, brak stabilności celów i metod zarządzania.

W każdym systemie sterowania jakością występuje sprzężenie zwrotne z rynkiem. W systemie TQM ten parametr ma znaczenie podstawowe. Związki organizacji i otoczenia rynkowego w systemie zarządzania jakością według normy ISO 9001:2000 przedstawia rys. 1. Organizacja powinna zbadać środowisko zewnętrzne i wewnętrzne pod kątem potencjalnych działań i trendów, które mogłyby mieć wpływ na jej działalność.

Obecnie, w szybko rozwijającym się środowisku biznesu, prędkość i jakość uczenia się mają podstawowe znaczenie dla pomyślności organizacji. W ostatnich latach wykazano, że zarządzanie wiedzą jest niezbędne do przetrwania firm w gospodarce globalnej. W środowisku ciągłych zmian przedsiębiorstwa są znane nie tylko ze swoich usług i wyrobów, ale również z prędkości ich tworzenia. Proces ciągłego doskonalenia jest istotną częścią zarządzania, jest ukierunkowany na wykorzystanie zasobów wiedzy i twórczego zaangażowania ludzi. Zaangażowanie wszystkich pracowników przyczynia się do systematycznego podnoszenia efektywności przedsiębiorstwa objawiającej się w poprawie jakości, eliminacji traconego czasu i zmniejszeniu kosztów. Organizacje opierające swoje działania na osobistym doskonaleniu, wspólnej wizji i celu, zespołowym uczeniu się oraz myśleniu systemowym potrafią zarządzać wiedzą i mają przed sobą przyszłość.



Rys. 1. Model systemu zarządzania jakością wg ISO 9001:2000

Systemowe zapewnienie jakości usług

Organizacje, których produktem jest świadczenie usług, są szczególnie skoncentrowane na rozpoznaniu potrzeb klienta, które to potrzeby mogą ulegać modyfikacji nawet w trakcie wykonywania usługi. W tym też czasie mogą być artykułowane, podlegać ocenie lub być przedmiotem negocjacji.

Cechy charakterystyczne systemu świadczenia usług to: niematerialny charakter (nienamacalność), jednoczesność świadczenia i korzystania z usługi, nietrwałość i brak możliwości magazynowania, ścisły związek usługi z osobą wykonawcą, heterogeniczność (niejednorodność), komplementarność i substytucyjność usług i dóbr materialnych, niemożność nabycia prawa własności usług.

Wszystkie wymienione czynniki wprowadzają dużą trudność w ustaleniu jednolitych standardów i powodują konieczność zarządzania jakością usługi tak, aby spełniała ona swoje podstawowe funkcje. Szczególnie ważny jest proces projektowania usługi, proces opracowywania jej specyfikacji i dostarczania oraz proces pomiaru efektywności działalności usługowej [6].

Dobrze zaplanowana strategia usługi, czyli w istocie główna strategia działania firmy, bazuje na prawdziwych potrzebach klienta. Organizacja powinna rozumieć klienta i wiedzieć czego oczekuje. Sam fakt dostarczania usługi lub to, że jest ona lepsza od innych, oferowanych przez rynek, nie wystarczy. Klient musi być poinformowany o tym jak dobra jest usługa, jakie korzyści ze sobą niesie, jakimi priorytetami kieruje się firma.

Zorientowany na klienta personel – personel efektywny – skupia swoją uwagę na rzeczywistej sytuacji klienta, dostosowuje się do jego potrzeb, sposobu myślenia, uważnie słucha jego opinii, udziela odpowiedzi na pytania oraz deklaruje chęć pomocy w rozwiązywaniu wszelkiego rodzaju problemów [7]. Prowadzi to do pozytywnego wyróżnienia firmy w oczach klienta, a co za tym idzie – chęci powrotu. Bezpośredni kontakt personelu z klientem jest tym czynnikiem, który wywiera ogromny (być może największy) wpływ na percepcję firmy oraz usługi; czynnikiem, który w momentach krytycznych może się przyczynić do umocnienia więzi klienta z usługodawcą lub do jej bezpowrotnego zerwania.

System przyjazny klientowi – system

dostarczania usługi – powinien być zaprojektowany głównie dla wygody klienta, a nie dla potrzeb organizacji. Polityka, procedury, proces komunikacji, metody, urządzenia – wszystkie elementy winny być tak zaplanowane, aby wychodziły naprzeciw potrzebom klienta, a nawet je przewyższały (rys. 2).

Dla zapewnienia spełnienia wymagań zawartych w specyfikacji danego wyrobu lub usługi oraz systemowego nadążania za oczekiwaniami klientów, stosowane są systemy zarządzania jakością oparte na standardach norm ISO dotyczących zarządzania. Systemy te pozwalają w sposób formalny wykazać, że dostawca dołożył staranności w zakresie spełniania wymagań związanych z oferowanym wyrobem lub świadczoną usługą i może tę staranność w sposób formalny wykazać. TQM jest filozofią zarządzania, a zarazem zbiorem zasad, metod i narzędzi doskonalenia. Działania te są ciągle wzbogacane o nowe rozwiązania, które następnie rozszerzane są na różne procesy. Pociągają to za sobą stosowanie rozmaitych metod i narzędzi organizacyjnych w celu zarządzania pracami i ich doskonalenia, bazując na faktach i pomiarach poszczególnych obszarów działalności firmy i zmierzając do pełnego wykorzystania potencjału personelu.

Metody charakteryzują się planowym, powtarzalnym i opartym na naukowych podstawach postępowaniem przy realizacji zadań związanych z zarządzaniem jakością, np. metoda zaawansowanego planowania jakości QFD (Dom jakości). Narzędzia słu-

żą natomiast do zbierania i przetwarzania danych związanych z różnymi aspektami zarządzania jakością, np. diagram Pareto.

Techniki zarządzania jakością

Podstawowe elementy systemu jakości, tzn. system zarządzania jakością, zespoły ludzkie oraz metody i narzędzia zarządzania jakością powinny funkcjonować w środowisku, którego uczestnicy cechują się zaangażowaniem, kulturą i wolą komunikowania się ze sobą. Wśród technik stosowanych w zarządzaniu przez jakość należy wymienić: Just in Time (JIT), benchmarking, Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), Quality Function Deployment (QFD), statystyczną kontrolę procesu.

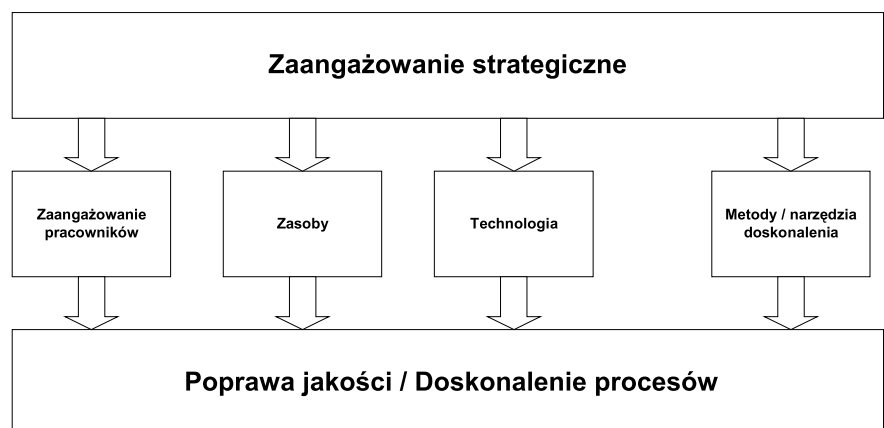
Technika JIT („ściśle na czas”) – zapewniająca terminowość produkcji i zaopatrzenia jest zespołem koncepcji pozwalających na systematyczne identyfikowanie problemów operacyjnych oraz zespołem narzędzi korygujących zidentyfikowane problemy. To metoda, której elementy dobrze funkcjonują w sferze produkcji, natomiast jest niekiedy trudna do zastosowania w sferze kierownictwa, administracji oraz działów zajmujących się sprzedażą.

Benchmarking – to narzędzie polegające na doskonaleniu efektywności własnej organizacji poprzez identyfikowanie, analizowanie, adaptowanie i wdrażanie rozwiązań stosowanych przez organizacje najbardziej efektywne w skali świata. Polega na prostym identyfikowaniu najlepszych rozwiązań – zachęca do podglądania innych i uczenia się od nich. Opiera się na rzetelnej ocenie porównawczej produktów i usług własnych oraz produktów konkurencji (wykorzystuje najczęściej wskazania klientów), technicznej ocenie produktów lub usług konkurencji przez określone służby przedsiębiorstwa.

Można wyróżnić także benchmarking:

- wewnętrzny – polegający na porównaniu operacji własnych z innymi podobnymi operacjami wykonywanymi w tej samej organizacji,
- funkcjonalny – polegający na porównaniu się pod względem podobnych funkcji z firmami nie będącymi konkurentami z tego samego sektora działalności w celu odkrycia stosowanych przy ich realizacji nowatorskich rozwiązań i technik.

Metoda zaawansowanego planowania jakości QFD, jako jedna z najbardziej zaawansowanych technik zarządzania jakością, pozwala na strukturalne planowanie i rozwój wyrobu lub usługi oraz umożliwia zespołom badawczym dokonywanie precyzyjnej specyfikacji potrzeb i oczekiwań



Rys. 2. Doskonalenie procesów uzależnione od zaangażowania strategicznego

klientów, a następnie oceny każdej zaproponowanej możliwości pod kątem jej wpływu na zaspokajanie postulowanych potrzeb. Wprowadzenie tej techniki stawia wysokie wymagania w stosunku do zespołów badawczych oraz do prawie wszystkich działów organizacji. Jest to podejście integrujące oczekiwania klienta z procesem kontroli charakterystyk wyrobu lub usługi oraz procedurami operacyjnymi.

Technika pomiaru jakości usług SerwQual, polegająca na pomiarze różnic pomiędzy poziomem zaspokojenia oczekiwań a postrzeganiem usług przez klienta, skupia się na dogłębnej analizie satysfakcji klienta zarówno z przebiegu świadczenia usługi, jak i z poziomu jej realizacji [8]. Definiuje się w niej pięć luk dotyczących jakości usług. Ocenia się organizację kompleksowo, z uwzględnieniem ważności poszczególnych kryteriów formułując ilościowo oceny za:

- wymiar materialny (wystrój, wyposażenie, personel, materiały informacyjne),
- niezawodność (wywiązywanie się organizacji z wykonywanych usług w sposób niezawodny i poprawny),
- reakcję na oczekiwania klientów (oferowana pomoc klientom ze strony organizacji oraz terminowość świadczonych usług),
- fachowość i zaufanie (kompetencja i uprzejmość, wzbudzanie zaufania przez personel),
- empatię (indywidualne i troskliwe podejście organizacji do swoich klientów).

Statystyczna kontrola jakości na podstawie analizy próbek losowej pozwala wyciągać wnioski dotyczące całej puli wyrobów. W różnych fazach wytwarzania wyrobu sprawdzenie jednej lub kilku jego właściwości (cech) przybiera różne formy. Dlatego ta metoda kontroli jest stosowana w przypadku produkcji powtarzalnej, gdy ilość jednostek przeznaczonych do kontroli jest duża (np. w przemyśle żywnościowym), pomiar wszystkich jednostek nie jest uzasadniony ekonomicznie. Natomiast w przypadku produkcji jednostkowej lub w małych seriach (np. głowica eksploatacyjna) kontrola jest sprowadzona do wykonania pomiarów i porównania ich wyników z przyjętymi wartościami granicznymi. Jest to czynność o charakterze metrologicznym. Przeciwieństwem kontroli statystycznej jest zatem kontrola stu procentowa, w której ocenie są poddawane wszystkie wyprodukowane jednostki.

Rozwiązywanie trudności, poprawa skuteczności i efektywności w organizacjach mogą być ułatwione dzięki zastosowaniu metod statystycznych. Pomagają one w zrozumieniu zmienności, lepszym wykorzystaniu dostępnych danych i w podejmowaniu trafniejszych decyzji nawet przy stosunkowo ograniczonej ilości danych.

Dla sprawnego zarządzania jakością istotny jest ilościowy opis właściwości produktów oraz procesów, w których te właściwości są tworzone i chronione. Wstępnym warunkiem tego zadania jest więc kwantyfikacja cech wykorzystywanych w procesach zarządzania i sterowania jakością. Podstawowe zmienne procesu sterowania jakością są zmiennymi losowymi.

Posiadając oceny cząstkowe po ich znormalizowaniu, w oparciu o rozstęp, możliwe jest przystąpienie do zbudowania charakterystyki syntetycznej. Przy czym w wielokryterialnej ocenie jakości jest konieczne zastosowanie zróżnicowanych wag dla poszczególnych kryteriów (cech). Zróżnicowanie ważności kryteriów może być do-

konane na podstawie opinii ekspertów posiadających się badaniami statystycznymi, gdyż nie ma ścisłej teorii odnoszącej się do tego zagadnienia. W praktyce gospodarzej istnieje kilka zasadniczych metod i narzędzi statystycznego sterowania procesami. Przy zastosowaniu programów komputerowych duże perspektywy aplikacyjne mają arkusze analityczne (kalkulacyjne), które pozwalają na przeliczanie zawartości arkusza przy zmianie wartości wejściowych.

Reengineering to metoda gruntownego przekształcania całościowych procesów w przedsiębiorstwie, zmierzająca do zdecydowanej poprawy jego efektywności. Opierając się na nowych technologiach należy wdrożyć nowy, niekonwencjonalny sposób działania, który zastąpi tradycyjny mechanizm działania. Reengineering jest nie tylko metodą, ale nowym podejściem całościowym i opartym na strategii zmiany radykalnej. Chodzi tu o radykalną kurację przedsiębiorstwa. Można wyodrębnić cztery etapy stosowania tej metody:

- wyбір i zrozumienie procesu do rekonstrukcji,
- wyznaczenie gospodarza procesu i utworzenie zespołu roboczego,
- rekonstrukcję procesu,
- wprowadzenie rekonstrukcji do praktyki.

Zmiany w zarządzaniu polegają na budowaniu struktury organizacyjnej wokół kilku najważniejszych procesów, zastępowaniu pracy prostej pracą wielowymiarową, ograniczeniu hierarchii, modyfikacji kultury organizacyjnej itd.

Metoda FMEA („analiza rodzajów błędów oraz ich skutków”) stosowana jest w celu ustalenia przyczyn obniżenia jakości zarówno produktu, jak i procesu. Polega ona na wykonaniu następujących działań:

- identyfikacji elementów składowych wyrobu lub wszystkich funkcji projektowanego procesu w kolejności technologicznej,
- sporządzenia w odniesieniu do zestawionych elementów wykazu możliwych błędów,
- sporządzenia listy prawdopodobnych skutków tych błędów,
- sporządzenia listy możliwych przyczyn powstania tych błędów,
- przyporządkowania możliwym błędom wartości prawdopodobieństwa ich wystąpienia **P** oraz wykrycia **Z** oraz przyporządkowania tym błędom wskaźników istotności z punktu widzenia klienta **T**,
- obliczenia wskaźników oceny $C = P \times Z \times T$ i uporządkowania ich malejąco,
- wskazania działań naprawczych w stosunku do elementów najbardziej istotnych.

Analizę wykrytych błędów przeprowadza się pod kątem ich wpływu na naruszenie zasad bezpieczeństwa, funkcjonalności i ochrony środowiska oraz na jakość wyrobu. Metoda ta, poza uzyskaniem poprawy w wielu zakresach, ułatwia zespołowe rozwiązywanie problemów.

W praktyce gospodarczej są stosowane także inne techniki i narzędzia, jak m.in. metoda Taguchi, diagram przebiegu procesu, karty kontrolne (np. Shewarta), diagram Ishikawy, diagram Pareto, histogram oraz punktowy diagram i wykresy korelacji, analiza wartości, arkusze kontrolne, schemat blokowy.

Ze względu na rosnącą konkurencyjność na rynkach oraz stan środowiska przyrodniczego, w niedalekiej przyszłości warunkiem istnienia organizacji będzie

zapewne posiadanie **systemu zarządzania środowiskowego** oraz **systemu zarządzania bezpieczeństwem pracy**. W każdej organizacji, która pragnie wdrożyć, utrzymywać i doskonalić system zarządzania środowiskowego oraz mieć pewność co do postępowania zgodnego z ustaloną polityką środowiskową ma zastosowanie norma ISO 14001, zbudowana z pięciu podstawowych elementów: Polityka środowiskowa – Planowanie – Wdrożenie i funkcjonowanie – Sprawdzanie i działania korygujące – Przegląd wykonywany przez kierownictwo. Jest to system dobrowolny.

Zarządzanie ryzykiem

Zarządzanie jest nierozłącznie związane z podejmowaniem decyzji, którym towarzyszy uwzględnianie określonego ryzyka. Zarządzanie ryzykiem obejmuje procesy identyfikacji, analizowania i odpowiadania na ryzyko w każdym przedsięwzięciu, działaniu. Sytuacje całkowitej pewności działania zdarzają się rzadko, choć ich optymalizowanie następuje na podstawie zbierania wszelkich niezbędnych informacji i próbie przewidzenia przyszłych skutków. W większości przypadków konieczne jest założenie pewnego prawdopodobieństwa wystąpienia czynników zakłócających i wspomagających.

Ryzyko najczęściej definiowane jest jako niebezpieczeństwo poniesienia straty, w tym straty rozumianej jako niekorzystne oddziaływanie na zdrowie, środowisko, możliwość wystąpienia wydarzenia szkockiego lub nieosiągnięcia celu. Można je także określić jako taką sytuację, w której przyszłych warunków prowadzenia działań, procesów nie można przewidzieć z całą pewnością, znany jest natomiast rozkład prawdopodobieństwa wystąpienia tych warunków. Ryzyko występuje zawsze i nie można go wyeliminować. Można je natomiast ograniczać (redukować) poprzez rozpoznawanie, kształtowanie, badanie możliwych stanów przyszłości, odpowiednią kontrolę realizacji zadań, dywersyfikację działalności oraz racjonalizację ryzyka, czyli podejmowanie decyzji z uwzględnieniem wyników analiz poziomu ryzyka.

Działania optymalizacyjne ryzyka można określać według metody „4 T”:

Terminate (usuń) – eliminacja ryzyka (najlepsze rozwiązanie, choć nie zawsze możliwe),

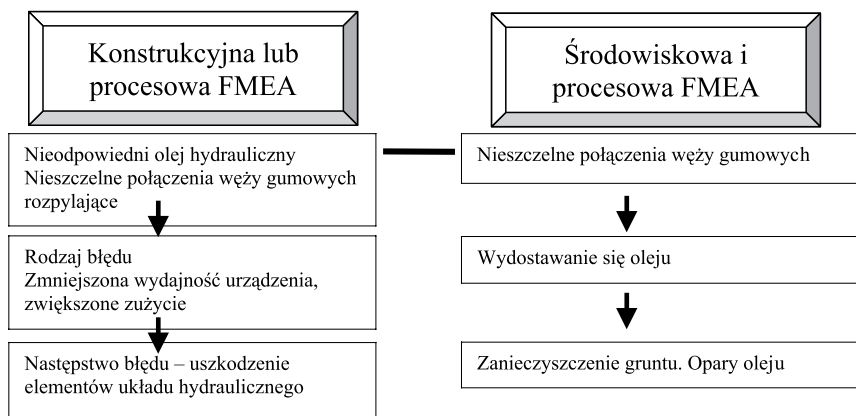
Treat (kontroluj) – kontrolowanie ryzyka (rozwiązanie proceduralne wymagające szkolenia i nadzoru),

Tolerate (toleruj) – akceptacja ryzyka (na podstawie konkretnej decyzji),

Transfer (przenieś) – przeniesienie ryzyka na innych (podwykonawcy, zleceniobiorcy).

Głównym celem zarządzania ryzykiem jest osiągnięcie jak najniższego poziomu ryzyka w zakresie bezpieczeństwa, ochrony zdrowia i zagrożenia środowiskowego w ramach możliwości organizacji. W zorganizowany sposób skutki oddziaływania czynników szkodliwych pozwalają rejestrować i szacować odpowiednie techniki. Umożliwiają one organizacji w sposób prosty lub kompleksowy przedstawienie oddziaływań wyrobów i procesów na otoczenie.

Systematyczne zestawienie potencjalnych problemów jakościowych oraz ryzyka związanego z wyrobem lub procesem, jak również ich następstw jeszcze przed wystąpieniem umożliwia omówiona powyżej analiza FMEA (rys. 3).



Rys. 3. Analiza rodzajów błędów oraz ich skutków

Szacowanie i ocena ryzyka jest dokonywane poprzez przyporządkowanie wartości prawdopodobieństwa ich wystąpienia **P** oraz wykrycia **Z** oraz przyporządkowanie tymże błędom wskaźników istotności z punktu widzenia klienta **T**. W środowiskowym zastosowaniu FMEA brane są pod uwagę oddziaływania środowiskowe, wywołane przyczynami technicznymi, brakami lub nieregularnościami błędów lub procesów [8].

Kryteriom oceny ważności niezgodności (dotkliwości), prawdopodobieństwa wystąpienia i stopnia wykrywalności niezgodności przed jej wystąpieniem, przyporządkowane są wartości między 1 a 10. Następnie jest określany wskaźnik oceny ryzyka, będący iloczynem tych trzech wartości. W ten sposób powstaje lista działań priorytetowych i drugoplanowych. Przykład uproszczonego wzorca oceny ryzyka przedstawiono w tabeli 1.

Właściwe zastosowanie FMEA umożliwia: zwiększenie efektywności działań na rzecz poprawy jakości, poprawę możliwości realizacji oczekiwań klienta, obniżenie kosztów przy określonym, zaplanowanym poziomie jakości, poprawę niezawodności produktów.

Analiza FMEA jest używana także do ograniczenia nadmiernego oddziaływania środowiskowego procesów produkcyjnych

wego rurociągu przy poszerzaniu otworu, występowały utrudnione warunki pracy układu: urządzenie wiertnicze – przewód wiertniczy – poszerzacz – łącznik obrotowy (krętlik) – osłona rurowa przegubu – odcinek gazociągu o długości kilkuset metrów. Powstanie nadmiernych naprężeń w elementach łożyska poprzeczno-wzdłużnego doprowadziło do zmęczenia materiału łożyska. Jak wykazały pomiary i badania materiałowo-metalograficzne, następstwem tego było uszkodzenie i blokada łożyska poprzeczno-wzdłużnego [12]. Wywołało to duże tarcie, wydzielanie się ciepła i stopień elementów łożyska. W takich warunkach zmniejszyła się wytrzymałość materiału wału, który uległ złamaniu (rys. 4).



Fot. 4. Łącznik obrotowy poszerzacza wiertniczego po przecięciu ze zniszczonymi elementami łożyska, urwanym wałem, uszczelnieniami i resztkami smaru

	1 - 3	4 - 7	7 - 10
Częstotliwość wystąpienia	Znikoma i mała możliwość wystąpienia, małe ryzyko zakłóceń, brak wymagań społecznych lub ustawowych	Małe i średnie prawdopodobieństwo	Bardzo prawdopodobne
Stopień dotkliwości	Znikoma strata, nieznaczne obciążenie dla klienta	Średnie obciążenie	Znaczne i krytyczne obciążenie, duże potencjał niebezpieczeństwa, duże ryzyko zakłócenia
Stopień wykrywalności	Pełna możliwość wykrycia, łatwo wykrywalne	Wykrywalne	Trudno wykrywalne

Tab. 1. Ocena ryzyka – współczynniki prawdopodobieństwa w metodzie FMEA

lub w związku z użytkowaniem wyrobu i usunięciem odpadów [9].

Podczas wykonywania wierceń horyzontalnych, w poniższym przypadku mających na celu instalację dwudziestocalo-

Ocena warunków wiercenia, dobór elementów układu roboczego, dobór parametrów wiercenia oraz nadzór technologiczny stworzyły nadmierne ryzyko powstania awarii.

Uszkodzenia następują w najsłabszym ogniwie ciągu technologicznego. Zastosowanie odpowiedniej analizy, np. FMEA pozwoliłoby znacznie ograniczyć ryzyko powstania awarii, których konsekwencje są duże koszty, niedotrzymanie terminów, zmniejszenie zaufania do wykonawcy wiercenia i instalacji rurociągu.

Podsumowanie

Podstawowe elementy systemu jakości, tzn. system zarządzania jakością, zespoły ludzkie oraz metody i narzędzia zarządzania jakością powinny funkcjonować w środowisku, którego uczestnicy cechują się zaangażowaniem, kulturą i wolą komunikowania się ze sobą.

Z zapewnieniem jakości łączy się zagadnienie kosztów jakości. Bardzo silnym motywującym czynnikiem w dążeniu do wysokiej jakości powinna być większa możliwość ustalania ceny wyrobów lub usług na opłacalnym dla organizacji poziomie.

Stosowanie odpowiednich technik zarządzania jakością w dużym stopniu pozwala ograniczyć ryzyko powstania awarii pociągających za sobą duże koszty, niedotrzymanie terminów, zmniejszenie zaufania do wykonawcy przedsięwzięcia technicznego.

Bibliografia

1. PN-EN ISO 9000:2001 Systemy zarządzania jakością. Podstawy i terminologia.
2. PN-EN ISO 9001: 2000 Systemy zarządzania jakością. Wymagania.
3. PN-EN ISO 9004:2000 Systemy zarządzania jakością. Wytyczne doskonalenia funkcjonowania.
4. T. Wawak, Zarządzanie przez jakość, Kraków 1997.
5. A. Hamrol, Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka, Warszawa-Poznań 1999.
6. M. Krzyżanowska, R. Wajdner, Aspekty TQM w organizacji usługowej, „Problemy Jakości” 2000, nr 10.
7. G. Broniewska, Koszty społeczne w rachunku kosztów jakości, „Problemy Jakości” 1998, nr 6.
8. R. Karaszewski, Total Quality Management Teoria i Praktyka, Toruń 2001.
9. B. Poskorbko, Zarządzanie środowiskiem, Warszawa 1998.
10. PN-EN ISO 14001 Systemy zarządzania środowiskowego. Specyfikacja i wytyczne stosowania.
11. S. Bednarz, M. Kaliski i in., Zagadnienie jakości wyrobów i usług a koszty w organizacji, „Nafta i Gaz” 2003, nr 7-8.
12. S. Bednarz i in., Badania materiałowo-wytrzymałościowe łącznika obrotowego (krętlika) urządzenia wiertniczego, Prace niepublikowane. Wydział WNiG AGH, Kraków 2002.
13. A. Iwasiewicz, Zarządzanie jakością, Warszawa-Kraków 1999.

*Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
tel.: 012 617 22 25
e-mail: stan@agh.edu.pl