

Jadwiga Bizon-Górecka

Problemy zarządzania ryzykiem w systemie produkcyjnym

Ryzyko pojawia się w wielu dziedzinach funkcjonowania przedsiębiorstwa. Można mówić o ryzyku związanym z dotrzymaniem terminów realizacji, czy spełnieniem wymagań jakościowych wyrobów i usług oraz innych oczekiwań klienta, jak też o ryzyku wzrostu kosztów produkcji, ryzyku inwestowania i innych działań w przedsiębiorstwie. Liczyć się też należy z ryzykiem niekorzystnego wpływu procesów wytwórczych na środowisko: ryzyko bezpieczeństwa, ryzyko ekologiczne.

Ryzyko systemu produkcyjnego to stopień jego wrażliwości na zakłócenia, wyrażony w postaci prawdopodobieństwa niesięgnięcia zakładanych wyników.

Analiza prawdopodobieństwa zakłóceń daje możliwość określenia i wyjaśnienia wydarzeń mogących zagrozić projektowi oraz pomaga w określeniu możliwych strategii przeciwdziałania takim sytuacjom. Zmienne są zależne, np. koszty produkcji wyrobów zależą od zaopatrzenia i popytu, jak również kosztów bezpośrednich produkcji. Określenie tych współzależności jest warunkiem wstępnym zastosowania do oceny poziomu ryzyka modeli stochastycznych, jak też strategii inwestycyjnej, produkcyjnej i marketingowej.

Zarządzanie ryzykiem to zespół działań na rzecz zmniejszenia skutków ryzyka. Pojawia się ono w związku z faktem, że poszczególne obszary ryzyka wpływają w różnym stopniu na efekty działalności w przedsiębiorstwie. Praktyczne zarządzanie ryzykiem objawia się w przedsiębiorstwie głównie w postaci stosowania idei dywersyfikacji (rozproszenia) ryzyka. Jego rozłożenie oznacza, że zasoby nie są w całości skoncentrowane na jednym rodzaju działalności. Ważną też funkcją zarządzania ryzykiem jest podejmowanie działań na rzecz zmniejszenia ryzyka. Z uwagi na koszty działań zapobiegawczych, występuje konieczność ustalania ich priorytetów, z punktu widzenia istotności wpływu na cele ogólne przedsiębiorstwa. Strategie zarządzania ryzykiem w systemach produkcyjnych muszą być rozpatrywane na poziomie przedsiębiorstwa, gdyż powinny być one zgodne z jego misją, a wiele czynników ryzyka pochodzi z otoczenia systemu.

Spirala ryzyka w systemie produkcyjnym

System produkcyjny to zbiór procesów wyodrębnionych do realizacji określonego celu. Obejmować może w skrajnych przypad-

kach: całe przedsiębiorstwo albo też jedno stanowisko. Można wyróżnić w nim, pod względem czynnościowym, podstawowe procesy wytwórcze (np. obróbkowe, montażowe), procesy pomocnicze (np. transportowe, informacyjne) i obsługowe (nie związane bezpośrednio z produkcją, np. serwis, utylizacja odpadów, inwestycje). Strukturalnie można też wyodrębnić procesy technologiczne, organizacyjne i zarządzania, a całkowite ryzyko tych procesów można wyznaczyć za pomocą procedury przedstawionej w pracy [1], wykorzystującej drzewo zdarzeń – czynników ryzyka. Ryzyko ma w poszczególnych procesach zróżnicowany charakter. Identyfikacja jego czynników umożliwia określenie sposobów ich minimalizacji. Wymagane jest dokonanie bilansu skutków różnych czynników ryzyka, włączając ryzyko rynkowe, związane z dostawami oraz czynnikami technologicznymi a także politycznymi.

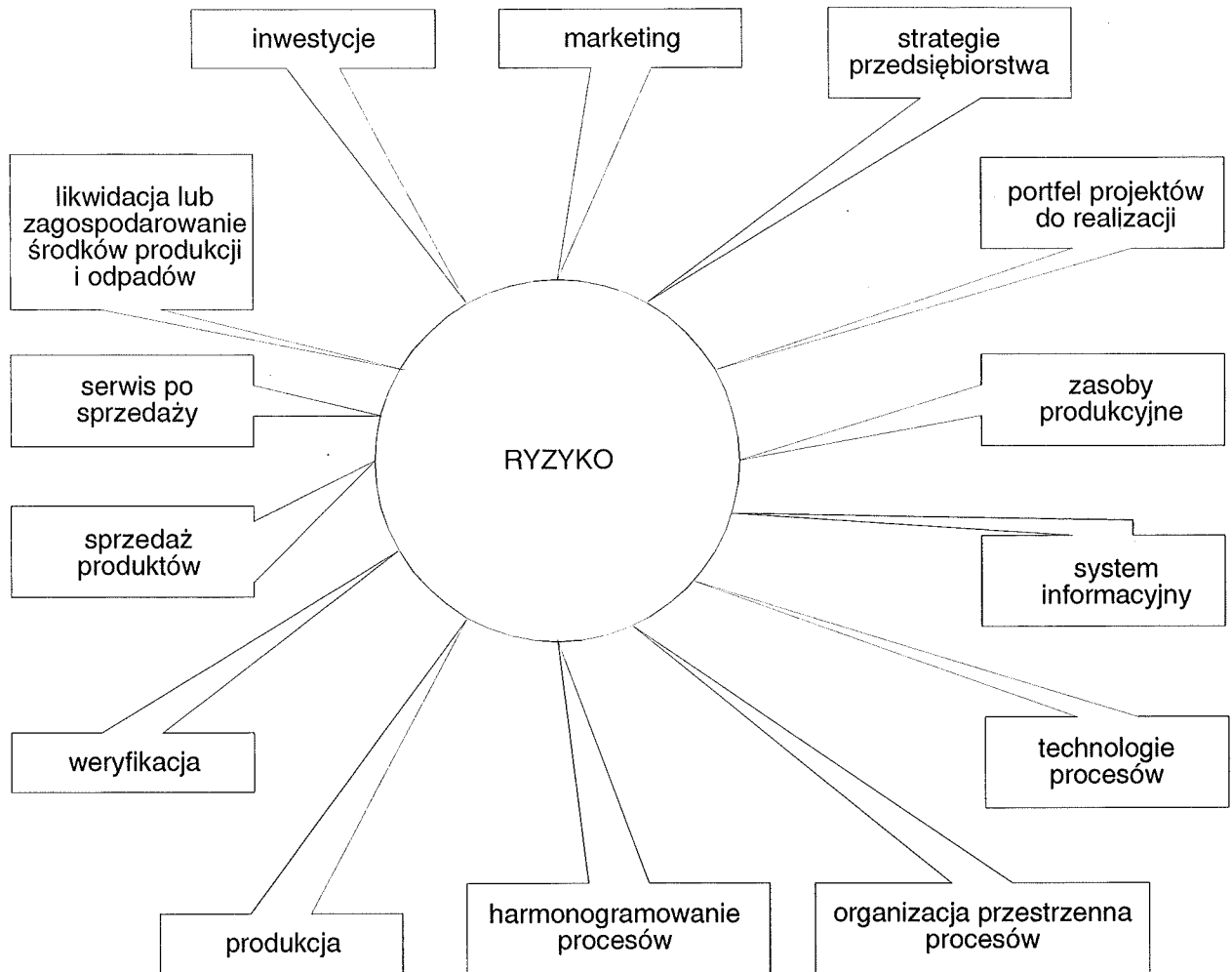
Założenia dotyczące produkcji i nakładów inwestycyjnych, cen oraz okresu życia projektu nie są zawsze prawidłowe, albo też podejmujący decyzję przewidują inny scenariusz rozwoju wydarzeń.

Spirala ryzyka, jako model działań współzależnych mających wpływ na poziom ryzyka w różnych obszarach funkcjonowania przedsiębiorstwa produkcyjnego, przedstawiona została na rysunku 1.

Spiralna postać pojawiania się elementów ryzyka sugeruje szeregowy tok cyklu działań w przedsiębiorstwie. Związane są one z powstawaniem koncepcji, planowaniem i wdrożeniem produkcji wyrobów, ich dystrybucją i sprzedażą. Dotyczą zarazem likwidacji, względnie zagospodarowania, pozostałych po produkcji środków i odpadów. Obejmują również problemy związane z zainwestowaniem uzyskanego kapitału. W rzeczywistości istnieje wiele sprzężeń zwrotnych pomiędzy poszczególnymi etapami działań, połączonych kanałami komunikacyjnymi (informacyjnymi).

Poszczególne etapy spirali ryzyka to:

- **Marketing**, w tym głównie badania rynkowe dotyczące rynków środków produkcji i rynku planowanych do realizacji produktów. Na tym etapie cyklu działań istotne dla rozpatrywania ryzyka jest oszacowanie szans pozyskania niezbędnych środków produkcji oraz szans zbycia wyrobów po zakładanych cenach.
- **Strategie przedsiębiorstwa**, także związane z trendami w otoczeniu, strategię dotyczące różnych horyzontów czasowych. Cele strategiczne



Rys. 1. Spirala ryzyka – cykl działań okołoproduktowych w systemie produkcyjnym

Źródło: opracowanie własne.

przedsiębiorstwa o długim horyzoncie czasowym (także misja firmy) określają zbiór funkcji kryterium przy podejmowaniu decyzji w sprawie kierunków rozwoju. Wdrażanie projektów wymaga przyjęcia strategii realizacyjnych w projektowaniu struktur systemów produkcyjnych, opartych na konkretnych kryteriach. Kryteria te determinują przyjęcie wielkości krytycznych, których zagrożenie spełnienia staje się elementem ryzyka.

● **Portfel projektów do realizacji**, to ukształtowany na podstawie przyjętych strategii zbiór wyrobów do realizacji według określonych wymagań (jakość, terminy, ceny). Zakłócenia spełnienia określonych wymagań generują ryzyko związane z konkretnymi projektami.

● **Zasoby produkcyjne**, w tym zasoby własne oraz obce, służące realizacji portfela projektów oraz ilościowe relacje pomiędzy nimi. Są to wszystkie czynniki produkcji, a więc: zasoby kadrowe, materiałowe, sprzętowe a także finansowe. Elementy ryzyka dotyczące czynników produkcji mogą być rozpatrywane w kategoriach możliwości ich pozyskania oraz substytucyjności.

● **System informacyjny** w systemie produkcyjnym występuje w postaci sprzężeń zwrotnych pomiędzy pozostałymi jego elementami. Ryzyko związane z systemem informacyjnym dotyczy problematyki zagrożeń jego bezpieczeństwa, które zostały wyspecyfikowane w pracy [3].

● **Technologie procesów** determinują wiele czynników ryzyka w obrębie procesów wytwórczych. Typ przyjętej technologii stanowi metodologię realizacji. Przesądza zwykle większość koniecznych do zastosowania środków technicznych oraz sposób zorganizowania procesów.

● **Organizacja przestrzenna procesów**, obejmująca rozmieszczenie stanowisk pracy oraz przestrzenne powiązania między nimi, wynikające z przebiegu procesów technologicznych i przemieszczania się czynników produkcji, niesie zróżnicowane elementy ryzyka. Jest to m.in. związane z faktem, że typ struktury przestrzennej determinuje schemat rozmieszczenia stanowisk produkcyjnych, a co za tym idzie – również formę organizacji pracy. Przestrzenna dyslokacja stanowisk produkcyjnych ma więc ścisły związek z niezawodnościowym sche-

matem produkcji, a więc również z poziomem ryzyka.

● **Harmonogramowanie procesów**, czyli rozmieszczenie w czasie, pozostaje w ścisłym związku z decyzjami powziętymi w poprzednich etapach. Harmonogram ogólny determinuje przedział czasowy realizacji przedsięwzięcia. Bliższe rozpoznanie elementów ryzyka jest możliwe na podstawie harmonogramów szczegółowych (sprawdzające – na etapie planowania przedsięwzięcia), dotyczące poszczególnych czynników produkcji.

● **Produkcja**, obejmująca procesy wytwarzania, niesie wiele sytuacji ryzykownych, które mogą powstawać wokół poszczególnych czynników produkcyjnych, m.in. absencji pracowników, spowolnienie pracy wskutek niestosownego doboru zespołów roboczych, uszkodzenia maszyn i urządzeń, braki materiałowe itp.

● **Weryfikacja** obejmuje wszelkiego rodzaju kontrole, w tym kontrolę produkcji w toku i kontrolę ostateczną pod kątem spełnienia założonych wymagań. W tym etapie ryzyko dotyczy niewychwycenia sytuacji niezgodnych z wymaganiami i ponoszenia strat z tytułu wadliwej produkcji.

● **Sprzedaż produktów** jest obciążona ryzykiem, jakie można było prognozować w badaniach marketingowych, skorygowanym poprzez zmianę zjawisk związanych z upływem czasu.

● **Serwis po sprzedaży** niesie ryzyko związane z niespełnieniem przez produkt wymagań odbiorcy.

● **Likwidacja lub zagospodarowanie środków produkcji i odpadów**, to wiele problemów technicznych i ekonomicznych, w tym również zagadnienia amortyzacji środków i możliwości utylizacji odpadów (zmniejszenie ryzyka ekologicznego). Zmiana sytuacji zewnętrznej i wewnętrznej w przedsiębiorstwie w odniesieniu do wstępnych przewidywań jest źródłem ryzyka w tym etapie.

● **Inwestycje** w postaci trafnego ulokowania osiągniętych zysków są korzystnym ukoronowaniem cyklu działań w systemie produkcyjnym. Przedsięwzięcie to jest również obciążone ryzykiem, którego miarą może być prawdopodobieństwo nieosiągnięcia spodziewanej stopy zwrotu z zainwestowanego kapitału w następnym cyklu (np. ROI).

Specyfikacja czynników ryzyka za pomocą diagramu przyczynowo-skutkowego

Istnieje wiele podejść zarówno do definiowania pojęcia ryzyka, jak też do jego klasyfikacji, a w szczególności do określania miar ryzyka poszczególnych projektów. Inżynieria zarządzania przedsięwzięciami wymaga ujawnienia miejsc pojawiania się ryzyka, jego charakteru oraz identyfikacji czynników generujących ryzyko. Niezbędne jest także przyjęcie miar dotyczące samego ryzyka i efektów produkcyjnych, w celu ustalenia relacji pomiędzy wielkością spodziewanego ryzyka a przewidywanymi efektami. Umożliwia to okreś-

lenie wielkości ewentualnych strat w świetle możliwych do wystąpienia zagrożeń.

Zapewnienie sukcesu realizowanym projektem w systemach produkcyjnych wymaga dobrego rozpoznania wszelkich zagrożeń. Mogą one generować wielorakie postacie ryzyka, np.: ryzyko bezpieczeństwa, ryzyko ekologiczne, ryzyko jakościowe (niespełnienie wymagań klienta), ryzyko strat materialnych (w tym ryzyko finansowe) itd.

Aby mówić o zarządzaniu ryzykiem, wyodrębnić należy obszary ryzyka decydenckiego w odróżnieniu od ryzyka niezależnego. Przy czym ryzyko niezależne to takie, na wielkość którego nie ma wpływu decydecja określonego szczebla zarządzania w danych warunkach produkcyjnych.

Ryzyko zależy od wielu różnorodnych czynników, które w każdym przedsiębiorstwie muszą być indywidualnie określone i uwzględnione. Czynniki te można podzielić na trzy grupy:

● czynniki sytuacji zewnętrznej przedsiębiorstwa, np.: czynniki zaopatrzenia i zbytu, dostępne technologie wytwarzania, konkurencja, wymagania odbiorców;

● czynniki sytuacji wewnętrznej przedsiębiorstwa, np.: strategia przedsiębiorstwa, struktura produkcji, struktura organizacyjna, wielkość przedsiębiorstwa;

● czynniki specyficzne związane z realizacją konkretnych projektów, np.: czas potrzebny na wdrożenie, sezonowość, wpływ na środowisko.

Spodziewane zagrożenia mogą być wyspecyfikowane poprzez „burzę mózgow” przy wykorzystaniu techniki analizy przyczynowo-skutkowej: wykresu Ishikawy.

Diagram przyczynowo-skutkowy może pełnić funkcję listy kontrolnej przy analizowaniu potencjalnych przyczyn ryzyka w systemie produkcyjnym. Uogólnioną postać takiej analizy pokazano na rysunku 2.

Formy zarządzania ryzykiem

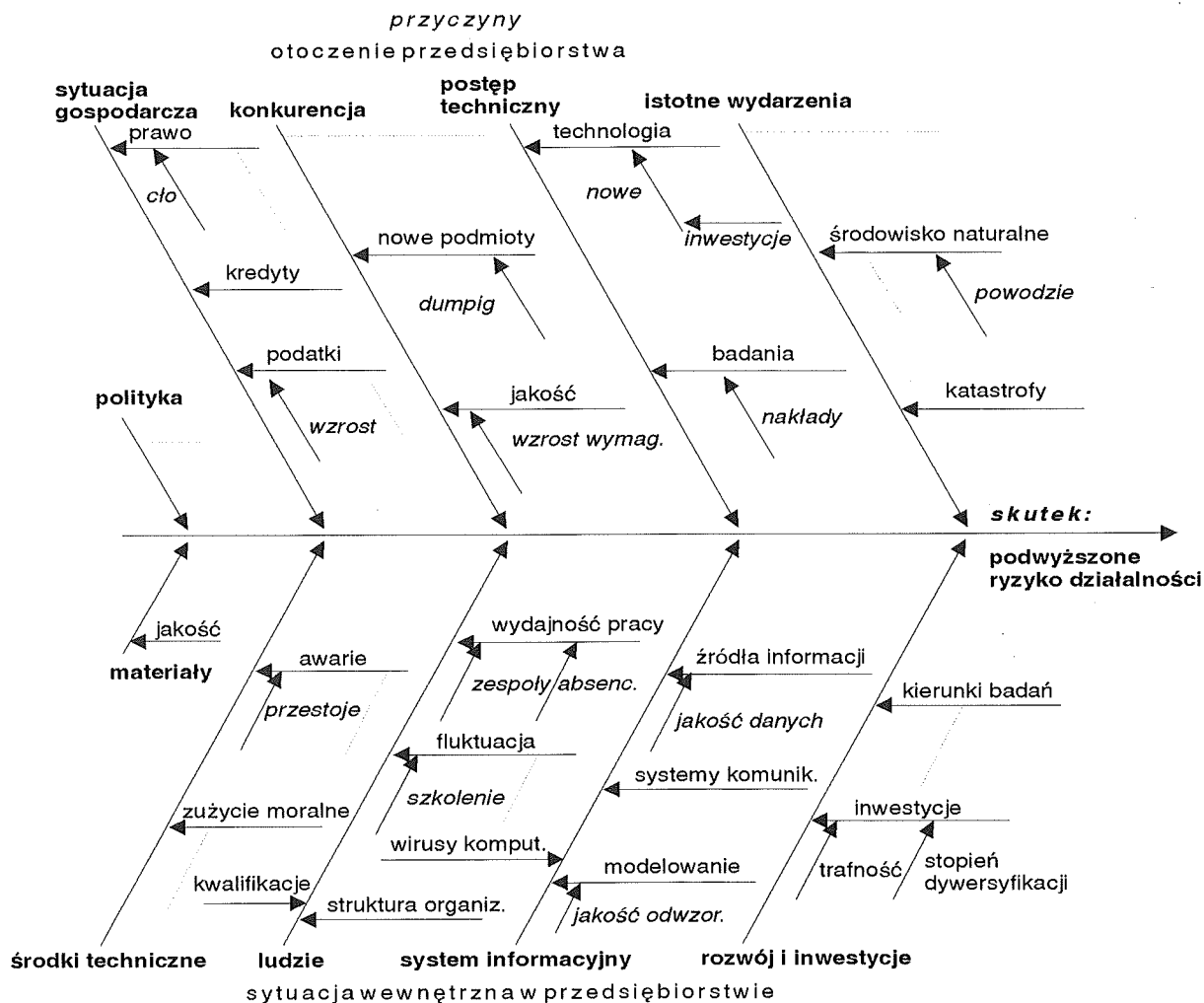
Zarządzanie ryzykiem odnosi się do podejmowania decyzji strategicznych wobec czynników mających wpływ na ryzyko. Zarządzanie ryzykiem w systemach produkcyjnych ułatwia standaryzacja miar zakłóceń produkcyjnych, np. oszacowanie wszelkich możliwych zakłóceń w analizowanych projektach w postaci prawdopodobieństwa utraty zakładanej wydajności systemu produkcyjnego.

Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie może występować w dwóch formach:

- okazjonalnej,
- systemowej.

Okazjonalne zarządzanie ryzykiem występuje w chwilach ważnych wydarzeń w przedsiębiorstwie. Mogą to być sytuacje konstruowania portfela zleceń z dywersyfikacją ryzyka, podejmowania inwestycji kapitałowych – budowanie efektywnego portfela projektów inwestycyjnych.





Rys. 2. Wykres Ishikawy – wycinek analizy przyczyn powstawania podwyższonego ryzyka w systemie produkcyjnym

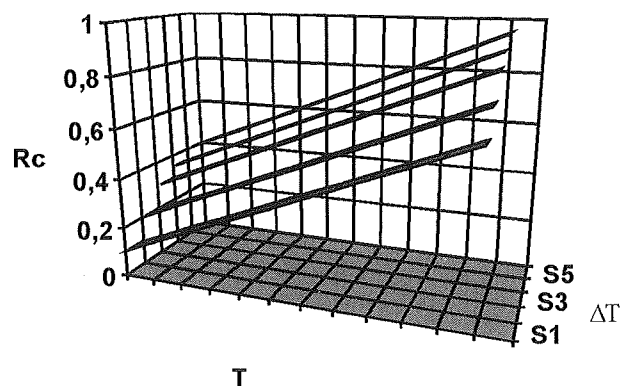
Źródło: opracowanie własne.

Systemowe zarządzanie ryzykiem musi polegać na aktywnej jego kontroli według spirali ryzyka i podejmowaniu decyzji zgodnych z przyjętą strategią. Budowanie tej strategii musi być oparte na rozpoznanych własnościach ryzyka, m.in. należy wziąć pod uwagę, że ryzyko jest funkcją czasu. Ryzyko efektywności przedsięwzięć produkcyjnych wzrasta wraz z odległością w czasie oraz rośnie wraz z długością czasu trwania ich realizacji. Ilustruje to rysunek 3.

Pomocne może okazać się studium *feasibility*, które powinny identyfikować możliwe strategie kontroli ryzyka i formułować projekty zgodnie z orientacją strategiczną. Trzeba brać pod uwagę wszystkie elementy ryzyka oraz możliwe sposoby jego kontroli.

Strategia zarządzania ryzykiem w systemach produkcyjnych winna przewidywać konieczność tworzenia rezerw, które mogą mieć decydujący wpływ na rentowność projektów i mają znaczenie przy podejmowaniu decyzji o ich realizacji.

Ryzyko inwestowania w systemy produkcyjne, określane jest na podstawie oceny sytuacji ekono-



Rys. 3. Zależność poziomu ryzyka (R_c) od długości analizowanego przedziału czasu (ΔT) i jego położenia w czasie (T)

Źródło: opracowanie własne.

micznej i politycznej (także relacji zadłużenia do dochodu narodowego).

Przeciwdziałanie ryzyku, związanemu z dużą inwestycją (takie są zwykle systemy produkcyjne),

polega na poszukiwaniu sposobów zabezpieczenia się przed różnym rodzajem ryzykiem, zidentyfikowanym dla projektu lub określeniu sposobów aktywnej kontroli ryzyka (właśnie: zarządzanie ryzykiem).

Głównym elementem strategii zabezpieczania się przed ryzykiem jest inwestowanie w projekty, dla których oczekiwana stopa zwrotu jest wyższa od kosztów kapitału powiększonego o narzut związany z ryzykiem. Koncepcja ta jest możliwa do zastosowania w przypadku inwestycji portfelowych. Można wtedy rozłożyć ryzyko związane z inwestowaniem poprzez tworzenie kombinacji nakładów na wiele projektów. Przy podejmowaniu decyzji można posłużyć się analizą wrażliwości, badając jak zmienia się ryzyko w zależności od zmian różnych parametrów. Na przykład, badając ryzyko finansowe należy przeanalizować strukturę przepływów pieniężnych dla poszczególnych wariantów projektów. Największe pozycje wpływów i wydatków należy z kolei wariantować pod względem ilości i cen lub obydwu tych parametrów jednocześnie. Zazwyczaj tylko kilka produktów generuje największą część przychodów ze sprzedaży produktów. Jednak to wcale nie oznacza, że mają one największy udział w generowaniu zysków brutto. Do przebadania wpływu poszczególnych produktów na generowanie zysków, należy wprowadzić naliczanie kosztów odnoszące się do poszczególnych produktów posiadających największy udział w przychodach ze sprzedaży. Informacje te mogą posłużyć do zbudowania wariantów struktury produkcji.

Badanie wrażliwości może być dokonywane po przyjęciu dla decydujących zmiennych wartości z kilku wariantów struktury. Obliczenie zdyskontowanych strumieni pieniężnych (NPV i IRR) oraz innych wskaźników może posłużyć ocenie wariantów portfeli projektów. Za pomocą analizy wrażliwości można dobrać najbardziej istotne dla projektu czynniki (robocizna, materiały, sprzęt), jak też określić najważniejsze elementy strategii marketingowej. Przy ustalaniu zmiennych decyzyjnych istotne jest wyspecyfikowanie potencjalnych przyczyn odchylenia od wartości przewidywanych (rodzajów zakłóceń), a przy ich analizie ważne jest określenie przedziałów ufności.

Ocena projektu to nie tylko określenie krytycznych zmiennych, ich prawdopodobnych wartości i odchylenia, ale również podanie czasu, kiedy odchylenia tych wartości mogą nastąpić. (konieczność ujęcia ryzyka w funkcji czasu). Uzasadnia to na przykład fakt, że wpływ cen jest różny w ciągu okresu życia projektu (maleje wraz ze zbliżaniem się inwestycji do okresu zwrotu).

W przypadku kiedy występuje więcej zmiennych krytycznych, do oceny projektów można zastosować modele stochastyczne.

Podsumowanie

Zarządzanie ryzykiem można określić jako formułowanie strategii nakierowanych na minimalizację skutków ryzyka pojawiają-

cego się w różnych obszarach funkcjonowania systemu produkcyjnego. W celu określenia skutków ryzyka niezbędne jest wyłonienie w systemie produkcyjnym procesów z jasno sprecyzowanymi relacjami wejścia i wyjścia.

Konieczne jest także wyraźne określenie miar efektów produkcyjnych. Decydenta interesują bowiem ostatecznie wielkości ewentualnych strat. Określenie szansy (prawdopodobieństwa) utraty jest tylko konieczne do ich wyznaczenia.

Procesy zachodzące w przedsiębiorstwie można modelować za pomocą parametrów, których oszacowanie wymaga podejścia probabilistycznego.

Ryzyko rezultatów przedsięwzięcia jest obrazem cech charakterystycznych w funkcji czasu. Dyskretne podejście w szacowaniu poziomu ryzyka całkowitego musi odnosić się do przedziałów czasu. Interesujące decydentów przedziały czasowe determinują obrazy ryzyka. Na powstawanie tych obrazów ma bowiem wpływ wiele składowych (cech), które są w ścisłej zależności – zarówno z wielkością przedziałów czasu, jak też ich lokalizacją na osi czasu.

Rozwój strategii produkcyjnej, inwestycyjnej czy marketingowej w przedsiębiorstwie powinien być uzależniony od stosowanej strategii zarządzania ryzykiem, czyli aktywnej kontroli ryzyka.

Zapewnienie przedsiębiorstwu produkcyjnemu trwania i rozwoju wymaga rozpoznania relacji obejmujących stosowane technologie, struktury organizacyjne oraz aspekty ekonomiczne. Całkowite ryzyko rozpatruje technologię, organizację i zarządzanie jako trzy niezależne procesy.

Ryzyko w działalności przedsiębiorstwa objawia się jako prawdopodobieństwo przewyższenia (dotyczy zjawisk negatywnych) lub nieosiągnięcia (dotyczy zjawisk pozytywnych) niektórych z projektowanych wartości krytycznych, pozostających w relacji do zjawisk losowych występujących w obszarze działalności przedsiębiorstwa.

Rozpoznanie charakteru, miejsc występowania i poziomu ryzyka w poszczególnych obszarach funkcjonowania systemów produkcyjnych sprzyja podejmowaniu zasadnych decyzji. Znaczenie ryzyka w systemach produkcyjnych oraz jego wpływ na finansową sytuację przedsiębiorstw uzasadnia systemowe podejście do zarządzania ryzykiem. Pomocną w takim ujęciu jest spirala ryzyka.

Jadwiga Bizon-Górecka

BIBLIOGRAFIA

- [1] BIZON-GÓRĘCKA J., *Elementy ryzyka w przebiegu procesów produkcyjnych*, „Przegląd Organizacji”, 10/97.
- [2] KREIKEBAUM H., *Strategiczne planowanie w przedsiębiorstwie*, Warszawa 1997, PWN.
- [3] MARTYNIAK Z., *Metody organizowania procesów pracy*, Warszawa 1996, PWE.
- [4] ZAWIŁA-NIEDŹWIECKI J., *Bezpieczeństwo systemu teleinformatycznego a ciągłość jego działania*, „Przegląd Organizacji”, 10/97.

Autorka – dr inż. jest pracownikiem naukowym Zakładu Organizacji, Zarządzania i Technologii Budowy Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska ATR w Bydgoszczy, prezesem Oddziału TNOiK w Bydgoszczy.