

307/2007

Raport Badawczy

RB/30/2007

Research Report

**Optymalizacja strategicznych
decyzji zapewniających
zrównoważony rozwój oraz
bezpieczeństwo przez redukcję
ryzyka i sprawiedliwą kooperację**

R. Kulikowski

**Instytut Badań Systemowych
Polska Akademia Nauk**

**Systems Research Institute
Polish Academy of Sciences**



POLSKA AKADEMIA NAUK

Instytut Badań Systemowych

ul. Newelska 6

01-447 Warszawa

tel.: (+48) (22) 8373578

fax: (+48) (22) 8372772

*VI Ogólnopolska Konferencja Naukowa: Modelowanie
Preferencji a Rynek '07. Ustronie 15-17. Kwiecień 2007*

Kierownik Pracowni zgłaszający pracę:
Prof. dr inż. Roman Kulikowski

Warszawa 2007

Roman Kulikowski
Instytut Badań Systemowych

OPTIMALIZACJA STRATEGICZNYCH DECYZJI ZAPEWNIAJĄCYCH ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ ORAZ BEZPIECZEŃSTWO PRZEZ REDUKCJĘ RYZYKA I SPRAWIEDLIWĄ KOOPERACJĘ

1. Wstęp

Zgodnie z zaleceniami władz krajowych i UE, dotyczących zrównoważonego rozwoju gospodarczego, należy również wspomagać modelowanie i wybór preferencji rozwojowych z uwzględnieniem ryzyka utraty kapitałów. Badania te winny się zwłaszcza opierać na wyznaczeniu tzw. funkcji użyteczności zrównoważonego rozwoju, wspomagającej podejmowania decyzji dotyczących wyboru optymalnego planowanego rozwoju strategicznego.

Ponieważ decyzje podejmowane intuicyjnie, tj. oparte na podświadomych przeczuciach oraz wiedzy opisowej (*discriptive knowledge*) nie zawsze są racjonalne w publikacji [4] zaleca się stosowanie wiedzy przepisowej (*prescriptive knowledge*) zwanej normatywną, tj. opartą na wiedzy ścisłej (matematyce, fizyce, informatyce). Należy przy tym uwzględnić prace psychologów. W pracy [1] omawiana jest psycho-analityczna teoria zachowania człowieka (tzw. *behavior*), wyrażona przez funkcję tzw. *drives*, tj. planowanych działań przedsiębiorczych oraz tzw. *defenses*, tj. planowanych działań ochronno-obronnych. Przyjmuje się przy tym zasadę łączności obu czynników (*drive, defense*) z jednoznacznie wybie-

ranym zachowaniem (tj. *unique behaviour*). Należy również uwzględnić prace noblisty D. Kahneman'a, który wraz z A. Tverskim [3] zaleca stosowanie funkcji użyteczności opartej na tzw. „*prospekt theory*”, a także – pracę prof. B. Wojciszke [11] pt. „Bogactwo na cenzurowanym”, w której zaznacza się, iż powiększanie bogactwa niektórych obywateli, drogą powiększania biedy u pozostałych obywateli, czyli tzw. delegitymizacja (tj. nieprawowita i niesprawiedliwa działalność) nie zapewnia zrównoważonego rozwoju.

Należy także uwzględnić zalecenia władz rządowych i religijnych, które zalecają sprawiedliwe działanie i kooperację partnerów organizacji społecznych oparte na zasadach etyki, tj. ogólnie akceptowalnych standardach społecznego postępowania wyrażanych w ustalonych prawach oraz w konstytucji. Aby zapewnić sprawiedliwą kooperację w organizacjach, (które pozwalają osiągać duże tzw. efekty synergetyczne) należy również uwzględnić zalecenia W. Pareto i J. Nash'a aby iloczyn funkcji użyteczności kooperujących osób osiągał wartość maksymalną. Sprawiedliwą kooperację przedsiębiorstw ze swoimi klientami można również zapewnić przyznając im tzw. rabaty, które w teorii marketingu zwane są programami lojalnościowymi (*loyalty programs*).

Uwzględniając powyższe zalecenia dla wspomagania decyzji strategicznego i zrównoważonego rozwoju można stosować dwuczynnikową, normatywną funkcję użyteczności, zaproponowaną w [6, 7] i rozwijaną w niniejszej pracy. W funkcji tej pierwszy czynnik charakteryzuje oczekiwane zyski kapitałowe przez planowane działania przedsiębiorcze, zaś drugi czynnik charakteryzuje wybór działań ochronnych, które redukują oczekiwane bariery rozwoju przez działania diagnostyczne i tzw. monitoring zagrożeń utraty kapitałów.

Uwzględniane są tu również zalecenia władz rządowych referowane na seminarium w Kancelarii Premiera Pt. „Budżet Wysokich Technologii – Wędka Technologiczna” oraz Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, w którym został uruchomiony Narodowy Program Foresight o trzech polach badawczych: Zrównoważony Rozwój, Technologie Informatyczne i Telekomunikacyjne, Bezpieczeństwo. Celem tego programu jest określenie priorytetowych kierunków badań naukowych, dla przyspieszenia rozwoju społeczno-gospodarczego oraz preferencji w przydziale środków budżetowych.

Należy zaznaczyć, iż uwzględnienie powyższych zaleceń w prowadzonych badaniach naukowych umożliwi wspomaganie tzw. dialogów uniwersalnych z kooperującymi jednostkami, zaś rozwój normatywnych wspomagań zrównoważonego i bezpiecznego planowania strategicznego zapewni tzw. wirtualizację przedsiębiorstw i organizacji społecznych.

2. Ocena użyteczności zrównoważonego i bezpiecznego rozwoju strategicznego

Jak zaznaczono w § 1 dla normatywnej oceny użyteczności alternatywnych opcji rozwojowych oraz wyboru optymalnej (rocznej) strategii zrównoważonego i bezpiecznego rozwoju, należy stosować dwuczynnikową funkcję:

$$U(x) = [Z(x)]^\beta \cdot Y^{1-\beta}, \quad \beta \in [0,1]. \quad (1)$$

Czynnik $Z(x) = PRx$ wyraża zysk przedsiębiorczy przy oczekiwanej stopie zwrotu operacyjnego $R = R_u p$, wyznaczonej w oparciu o tzw. model dwupunktowy, losowo zmiennej stopy zwrotu \tilde{R} , tj.:

$$\tilde{R} = \begin{cases} R_u > 0, & \text{z prawd. } p \\ R_d = 0, & \text{z prawd. } 1-p, \end{cases} \quad R_u = \frac{P_m - I}{I}, \quad I = C_o + c_v \tau, \quad (2)$$

Prawdopodobieństwo sukcesu (p) określa stosunek liczby sprzedanych (za cenę P_m) do wyprodukowanych towarów z kosztem operacyjnym I uzależnionym od zużytego kapitału finansowego C_o oraz tzw. kapitału ludzkiego (*human capital*) uzależnionego od kosztów wynagrodzeń (c_v) i czasu pracy (τ). Współczynnik $x = I|P$ (gdzie P wyraża posiadane zasoby kapitału produkcyjnego) wyraża stopień wysiłku produkcyjnego.

Dla określenia prawdop. p można korzystać z danych statystycznych stóp zwrotu (\tilde{R}_{it}) uzyskiwanych ze sprzedaży towarów na badanym i -tym rynku w minionych T latach, określając tzw. wariancję:

$$Var(R_i) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T [\tilde{R}_{it} - R_i]^2, \quad R_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \tilde{R}_{it} \quad \text{i odchylenie standardowe}$$

$$\sigma_i = \sqrt{Var(R_i)}, \quad \text{oraz } \sigma_i / R_i = \sqrt{p_i(1-p_i)} R_{ui} : p_i R_{ui} = \sqrt{\frac{1}{p_i} - 1}, \quad \text{skąd wy-$$

nikają tzw. prawd. a priori (hipotetyczne):

$$p_i = P(H_i) = \left[1 + \left(\frac{\sigma_i}{R_i} \right)^2 \right]^{-1}, \quad i = 1, \dots, N, \quad \text{dla } N \text{ badanych} \quad (3)$$

rynków zbytu towarów.

Aby określić prawdopodobieństwo łącznego sukcesu ($p(E)$), z planowanej sprzedaży na N rynkach, producent winien przeprowadzić dialogi z zespołami swoich klientów wykorzystując system informatyczno-telekomunikacyjny (INTERNET). Dialogi winne określić oczekiwane liczby (n_i) planowanych zakupów w stosunku do wyprodukowanej licz-

by (n) towarów, czyli tzw. prawdopodobieństwo ewidencyjne sukcesu

$$p(E | H_i) = \frac{n_i}{n}, \quad i = 1, \dots, N, \text{ pozwalające określić } p(E) = \sum_{i=1}^N p(E | H_i) p(H_i).$$

Możliwe jest również określenie tzw. aposterioryczne prawd. sukcesów (wg twierdzenia Bayes'a):

$$p(E / H_i) = \frac{p(E | H_i) p(H_i)}{p(E)}, \quad i = 1, \dots, N \quad (4)$$

oraz korzyści wyrażonych przez $Z_i(x) = PR_{ui} p(H_i | E)x$, gdzie R_{ui} wyrażają stopy zwrotu, uzależnione od akceptowanego przez klientów kosztu nabywanych towarów.

Jeżeli sprzedaż jest dokonywana przez N tzw. dealerów, którzy kooperują z producentem, dla określenia $p(E)$ i $p(H_i | E)$, $i = 1, \dots, N$, dialogi z klientami winni prowadzić dealerzy i przekazywać informacje, a następnie w dialogach z producentem wyznaczyć cenę pobieranych od producenta towarów, która zapewnia tzw. sprawiedliwą kooperację. Należy przy tym zaznaczyć, iż dla powiększenia $p(H_i | E)$ zgodnie z zaleceniami tzw. nauk marketingowych przedsiębiorcy winni przywiązywać dużą uwagę do tzw. programów częstotliwościowo-łojalnościowych (*frequency and loyalty programs* [5]), które powiększają liczbę klientów i zakupu towarów przez oferowanie klientom oraz pośrednikom (dealerom) rabatów i wygranych w organizowanych loteriach.

Wartość R_{ui} i $Z(x)$ może być również powiększona przez obniżenie kosztów operacyjnych $I = C_o + c_v \tau$, uzależnionych od kapitałów ludzkich $c_v \tau = \sum_{i=1}^n c_{vi} \tau_i$, tj. sumy n zatrudnionych osób z wynagrodzeniami c_{vi} (uzależnionymi od posiadanych kwalifikacji tj. wykształcenia i

doświadczeń produkcyjnych) oraz podziału czynności i czasów pracy (τ_i). Podział ten może być wspomagany, zgodnie z [9] w oparciu o tzw. model PERT, pozwalający skrócić czasy wykorzystywanych czynności na tzw. ścieżce krytycznej oraz powiększeniu R_u i prawd. sukcesu w działalności operacyjnej.

Należy również zaznaczyć, iż prowadzone dialogi z klientami i dealerami, w oparciu o systemy informatyczno-telekomunikacyjne, zapewniają zmniejszenie niepewności (*uncertainty*) decydena, która wyraża

wzór C. Shannona:
$$Uc = -\sum_{i=1}^n p_i \log p_i.$$
 Jeśli wyznaczone przez dialogi

prawd. sukcesów, rozważanych opcji rozwojowych są duże, zaś prawd. strat kapitałowych małe, to niepewność (Uc) decydena jest niska i jego decyzje są uznawane za racjonalne. Jeśli zaś decydena nie zdobył dokładnych informacji i przyjmuje, iż $p_i \approx 0.5$, to jego niepewność (Uc) wzrasta i podejmowane decyzje stają się nieracjonalnymi.

Przystępując do analizy czynnika Y , który wyraża działalność ochronno-obronną, zapewniającą przeżycie krytycznej sytuacji, spowodowanej ryzykiem utraty kapitałów i wyrażanej często przez tzw. *value at risk*: $VarR = P\kappa(\lambda)\sigma$ oraz zwiększonym wysiłkiem przedsiębiorczym ($x=1$), czyli $Y = PR - P\kappa(\lambda)\sigma = PRS$, gdzie

$$S = 1 - \kappa(\lambda) \frac{\sigma}{R} = 1 - \kappa(\lambda) \sqrt{\frac{1}{p} - 1}$$

jest zwany współczynnikiem bezpieczeństwa zaś parametr λ charakteryzuje tzw. barierę rozwoju. Aby określić $\kappa(\lambda)$ należy uwzględnić warunek przeżycia krytycznej sytuacji, w której przy obniżonym prawd. sukcesu do $\bar{p} < p$ zysk $PR_u \bar{p}$ wraz z posiadanymi rezerwami kapitałowymi (A) winien pokryć oczekiwane po-

trzeby i zobowiązania (L_m , np. podatki, spłaty kredytów, koszty edukacyjne, rabaty, premie oraz koszty działań prewencyjno-profilaktycznych i ubezpieczeń, które redukują zagrożenia strat kapitałowych), czyli: $PR_u \bar{p} + A = L_m$. Zatem barierę rozwojową wyraża współczynnik:

$$\lambda = \bar{p}R_u = \frac{L_m - A}{P} \quad (5)$$

Zakładając, iż obniżona użyteczność przeżycia krytycznej sytuacji $\bar{U}(x) = P\lambda \bar{S}^{1-\beta} x^\beta$ jest porównywalna z minimalną użytecznością, jaką zapewnia inwestycja kapitału $I = Px$ w obligacje o stopie zwrotu R_F z prawd. $p = 1$ i użytecznością $U_F(x) = PR_F x^\beta$, z warunku $\bar{U}(x) = U_F(x)$ określany jest współczynnikiem bezpieczeństwa krytycznego: $\bar{S} = \left(\frac{R_F}{\lambda}\right)^{\frac{1}{1-\beta}}$. Ponieważ dla $p = \bar{p}$ mamy $\bar{S} = 1 - \kappa(\lambda) \sqrt{\frac{1}{\bar{p}} - 1}$, więc

$$\kappa(\lambda) = (1 - \bar{S}) : \sqrt{\frac{1}{\bar{p}} - 1} = \left[1 - \left(\frac{R_F}{\lambda}\right)^{\frac{1}{1-\beta}} \right] : \sqrt{\frac{R_u}{\lambda} - 1} \quad (6)$$

Wynika stąd, iż przy wzroście bariery λ współczynnik $\kappa(\lambda)$ rośnie, zaś $S = 1 - \kappa(\lambda) \sqrt{\frac{1}{\bar{p}} - 1}$ i użyteczności $U(x) = PR_S^{1-\beta} x^\beta$ maleją.

Wypada przy tym zauważyć, iż tak zwane (w *prospect theory*) subiektywne prawd. decydenta $s(p) = pS^{1-\beta} < p$ dla dużych p i λ oraz $S < 1$. Jeśli zaś λ i p maleją oraz $S > 1$, to $s(p) > p$.

Należy również zaznaczyć, iż współczynnik $\beta \in [0, 1]$ wyraża tzw. motywację wewnętrzną (*intrinsic motivation*) decydenta do wspierania

działalności przedsiębiorczej, zaś $1 - \beta$ do wspierania działań ochronno-obronnych. Według pracy S. Stevens'a [10] przeciętnej motywacji przedsiębiorców odpowiada $\beta = 0.5$. Jednakże młodszy przedsiębiorcy mają zwykle wyższą motywację, tj. $\beta > 0.5$, niż ludzie starsi, którzy mają wyższą motywację dla działań ochronno-obronnych i ich $\beta < 0.5$.

Posiadana motywacja decydena wpływa również na jego podział przychodów kapitałowych (ΔP) na inwestycje w działalność przedsiębiorczą z $I = x\Delta P$ i użytecznością $U(x) = \Delta PRS^{1-\beta}x^\beta$ oraz w rezerwy kapitałowe (np. obligacje) $I_F = X_F\Delta P = (1-x)\Delta P$, z użytecznością

$U_F(x_F) = \Delta PR_F x_F^\beta$. Dla wyznaczenia optymalnej wartości $x = \hat{x}$, oraz $\hat{X}_F = 1 - \hat{x}$, należy wyznaczyć $\max_x [U(x) + U_F(1-x)]$. Z równania

$\beta\Delta PRS^{1-\beta}\hat{x}^{\beta-1} - \beta\Delta PR_F(1-\hat{x})^{\beta-1} = 0$, wynika [7], iż:

$$\frac{\hat{x}}{1-\hat{x}} = \frac{\hat{x}}{\hat{x}_F} = S(R/R_F)^{\frac{1}{1-\beta}}. \quad (7)$$

Z równania (7) wynika, iż przy $\beta = 1/2$, $\frac{\hat{x}}{\hat{x}_F} = S(R/R_F)^2$, zaś przy

mniejszej motywacji przedsiębiorczej np. $\beta = 1/3$, wynikającej z konieczności powiększenia rezerw kapitałowych (A), dla obniżenia bariery

rozwojowej $\lambda = \frac{L_m - A}{P}$, stosunek $I/I_F = \frac{\hat{x}}{\hat{x}_F} = S(R/R_F)^{3/2}$ ulega

obniżeniu.

Możliwa jest też identyfikacja motywacji decydenta przez tzw. introspekcję. Z zależności (7) wynika, bowiem iż:

$$\beta = 1 - \frac{\ln R/R_F}{\ln \hat{x}/\hat{x}_F S}. \quad (8)$$

Jeżeli np. przy $R/R_F = 10$, decydent zainwestował posiadany kapitał ΔP w stosunku $\hat{x}/\hat{x}_F S = 100$, to jego motywacja wynosi $\beta = 1/2$. Jeżeli zaś zaobserwowano, iż stosunek $\hat{x}/\hat{x} < S(R/R_F)^2$, ze względu na konieczność zwiększenia rezerw kapitałowych i obniżenie bariery λ , to motywacja decydenta w strategii rozwojowej $\beta < 1/2$.

W oparciu o omówione zasady określenia parametrów funkcji użyteczności, można wyrazić tę funkcję w formie:

$$U(x) = PRS^{1-\beta} x^\beta \quad (9)$$

pozwalającej na wybór optymalnych (zrównoważonych i bezpiecznych) opcji rozwojowych w planowaniu strategicznym (opisanych w § 3 i 4).

3. Zrównoważone planowanie działań innowacyjnych

Wypada zaznaczyć, iż jeśli produkowany w minionych latach towar przekazywany (sprzedawany) dealerowi, tj. firmie handlowej, która z kolei sprzedaje go swoim klientom nie cieszy się dużym popytem, to użyteczności wynikające z tradycyjnej produkcji i sprzedaży oraz kupna towarów przez klientów zmaleją w strategicznie planowanym roku. Zatem aby zredukować powstające w tym przypadku ryzyko upadku przedsiębiorstwa i firmy handlowej w planowanej strategii zrównoważonego rozwoju, należy rozpatrzyć opcje produkcji i sprzedaży innowacyj-

nych towarów o wyższej jakości z ustalonymi cenami (przez kooperacyjne dialogi), które zapewniają (zgodnie z zasadą Pareto i Nash'a) maksymalne użyteczności kooperantów.

Dla oceny funkcji użyteczności planowanej innowacyjnej działalności operacyjnej producenta ze stopą zwrotu:

$$R_{u1} = \frac{P_{m1}}{I_1} - 1, \quad I_1 = C_1 + C_{v1}\tau_1, \quad \text{gdzie } C_1 = \text{koszt zużywanych środków}$$

produkcji, $C_{v1} = \text{koszt siły roboczej}$, $P_{m1} = ky$, $k = \text{liczba wyprodukowanych rocznie towarów za cenę } y$, którą należy uzgodnić z dealerem.

Dla ustalenia przewidywanej liczby godzin pracy pracowników $= \tau_1$, które winny nie przekraczać rocznych zasobów godzin pracy T , tj. $\tau_1 \leq T$, można zastosować model PERT, przedstawiający graficznie sieć ciągu czynności składających się na planowaną innowacyjną produkcję [9]. Ponieważ ocena czasów niezbędnych do wykonania kolejnych czynności często jest niepewna, metoda PERT zaleca dokonanie trzech ocen każdej i -tej czynności przez $a_i = \text{najbardziej optymistyczną}$, $m_i = \text{najbardziej prawdopodobną}$, $b_i = \text{najbardziej pesymistyczną}$. Zatem oczekiwany czas wykonania i -tej czynności wyraża wzór $t_{ei} = (a_i + 4m_i + b_i) : 6$, zaś miarą niepewności jest odchylenie standardowe $\sigma_i = (b_i - a_i) : 6$.

W oparciu o grafik sieci planowanych czynności wyznacza się w PERT również tzw. ścieżkę krytyczną CPM (*critical path method*), opisującą n

czynności z czasem $\sigma_1 = \sum_{i=1}^n t_{ei}$ oraz $\sigma_1 = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sigma_i^2}$. Następnie określa się

współczynnik $\gamma = \frac{T - \tau_1}{\sigma_1}$ oraz na podstawie tabeli podającej miarę obsza-

ru pod tzw. krzywą rozkładu normalnego określa się operacyjne prawdopodobieństwo sukcesu $p_1(\gamma)$ odpowiadające wartości γ . Jeśli na przykład $\gamma = 0.35$, to $p_1 = 0.64$. Stosując powyższą metodę, można określić również oczekiwaną stopę zwrotu producenta:

$$R_1(y) = p_1(a_1y - 1), \quad \text{gdzie } a_1 = \frac{k}{I_1}. \quad (10)$$

Można też określić oczekiwaną stopę zwrotu kooperującej z producentem firmy handlowej:

$$R_2(y) = p_2 \left(\frac{kz}{ky + c_v \tau_2} - 1 \right) = p_2 \left(\frac{z}{y + a_2} - 1 \right), \quad a_2 = \frac{c_v \tau_2}{k} \quad (11)$$

gdzie z = cena towaru sprzedawanego klientom firmy handlowej, p_2 = prawdop. sukcesu określone przez dialogi z klientami.

Aby zapewnić sprawiedliwą kooperację producenta z handlowcem, należy maksymalizować $R_1(y) \cdot R_2(y)$, czyli funkcję:

$$f(y) = (a_1y - 1) \left(\frac{z}{y + a_2} - 1 \right).$$

Z warunku $f'(y) = a_1 \left(\frac{z}{y + a_2} - 1 \right) - \frac{z(a_1y - 1)}{(y + a_2)^2} = 0$,

czyli $y^2 + 2a_2y + a_2^2 - z \left(a_2 + \frac{1}{a_1} \right) = 0$, wynika iż

$$\hat{y}^1 = -a_2 + \sqrt{z \left(a_2 + \frac{1}{a_1} \right)}. \quad (12)$$

Dla wyznaczenia stopy zwrotu (HC kapitału) klientów ($R_3(z)$), którzy kupują innowacyjny produkt za cenę z , stanowiący narzędzie wspomagające ich pracę fizyczną, uzyskują redukcję prowadzonego rocznie

czasu tej pracy o wartość τ_3 , zapewniającego oszczędność ich HC kapitału o wartość $c_v \tau_3$. Należy przy tym zaznaczyć, iż dla wspomagania zarządzania kapitałami należy uwzględnić pracę ekonomistów (np. [2]), w których podkreśla się, iż kapitały są odpowiednikiem energii, zaś w pracach fizyków (np. [8]) podkreśla się, iż zużywana przez człowieka potencjalna energia (wyrażana w wataosekundach) związana jest z konsumpcją. Na przykład konsumpcja 1 grama węglowodanu zapewnia uzyskanie 20.000 dżuli. Konsumowane produkty żywnościowe (charakterystyczne przez liczbę kalorii) umożliwiają ocenę energii uwzględniając, iż 1 cal = 4.185 dżuli. Ponieważ 1 dżul zużywany w 1 sekundzie wyraża moc równą 1 wat, człowiek w najlepszej sytuacji może wykonywać pracę z mocą 100 W, zużywając około 40 W na pracę umysłową i 15 W na pracę serca. Natomiast przy intensywnym wysiłku (np. gry w koszykówkę) sportowiec zużywa około 700 W.

Przykładem innowacyjnych narzędzi, wspomagających pracę fizyczną klientów może być na przykład szybki pojazd, który zapewnia oszczędności czasowe i kapitał HC przy dojazdach do pracy i po zakupy oraz narzędzia wspomagające działanie dotyczące sprzątania, prania, przygotowywania posiłków, a także narzędzia zapewniające przyspieszoną pracę umysłową i redukcję niepewności (UC) decydentów, tj. systemy informatyczno-telekomunikacyjne, komputery i publikacje naukowe.

Jeżeli zakupione narzędzie może być stosowane przez k_3 lat z kosztem zużywanej energii = C_3 , to stopa zwrotu klienta:

$$R_3(z) = p_3 \left(\frac{c_v \tau_3}{z/k_3 + C_3/k_3} - 1 \right) = p_3 \left(\frac{a_3}{z + C_3} - 1 \right), \quad a_3 = k_3 c_v \tau_3, \quad (13)$$

gdzie prawd. sukcesu p_3 jest określone przez stosunek oszczędności czasowych (τ_3) do czasu prac w planowanym roku (τ), tj. $p_3 = \tau_3 / \tau$.

Zatem dla wyznaczenia ceny $z = \hat{z}$, zapewniającej sprawliwą kooperację handlowca ze swoimi klientami, należy maksymalizować iloczyn stóp zwrotu $R_2(z) \cdot R_3(z)$, czyli funkcję:

$f(z) = \left(\frac{z}{y+a_2} - 1 \right) \left(\frac{a_3}{z+C_3} - 1 \right)$. Z warunku $f'(z) = 0$, otrzymujemy

$$\hat{z} = -C_3 + \sqrt{a_3 \left(C_3 + \frac{1}{y+a_2} \right)}. \quad (14)$$

Wypada także zaznaczyć, iż wysokokaloryczne, smaczne i zdrowe innowacyjne towary konsumpcyjne, zapewniają również wzrost stopy zwrotu i użyteczności dla klientów firm handlowych.

Należy również zaznaczyć, iż dla uzyskania niskich barier rozwoju przy wdrażaniu przez producentów kosztownych technologii innowacyjnych (zapewniających przyrosty stóp zwrotu w kolejnych latach produkcji) jest sprawą korzystną podjęcie kredytów bankowych, które podwyższą rezerwy kapitałowe (A) i obniżą współ. λ (określony przez (5)).

4. Redukcja zagrożeń strat kapitałów

W celu normatywnej oceny zagrożeń utraty kapitałów (według [7]) można zastosować dwuczynnikową funkcję nieużyteczności (*disutility*): $D(x_i) = [Z(x_i)]^{\beta_1} : [y]^{\beta_1 - 1}$, ze współ. $\beta_1 > 1$, gdyż w pracy S. Stevens'a [10] zakłada się, iż przeciętne motywacje decydentów charakteryzuje $\beta_1 = 2$.

Czynnik $Z(x_I)$, wyrażający oczekiwane zagrożenia strat kapitału wyraża wzór $Z(x_I) = K_r R_I x_I$, gdzie K_r = posiadane rezerwy kapitałowe, $x_I = K_e / K_r$, K_e = narażony na straty kapitał, zaś stopa strat kapitałowych: $R_I = R_{lu} p_I$, z prawd. p_I i $R_{lu} = \frac{K_e - \bar{K}_e}{K_e}$, gdzie \bar{K}_e wyraża obniżoną, po wypadku, wartość kapitału K_e .

$$\text{Czynnik } Y = K_r R_I + K_r \kappa(\lambda_I) \sigma_I = K_r R_I S_I, \quad S_I = 1 + \kappa(\lambda_I) \sqrt{\frac{1}{p_I} - 1},$$

zaś $\kappa(\lambda_I) = [\bar{S}_I(\lambda_I) - 1] : \sqrt{\frac{1}{p_I} - 1}$, wyraża powiększone straty kapitałowe przez współczynnik bariery strat $\lambda_I = R_{lu} \bar{p}_I$. Ponieważ $\lambda_I = K_r / K_e$, zaś $\bar{S}_I(\lambda_I)$ może być określone z porównania powiększonej nieużyteczności:

$\bar{D}(x_I) = K_r \frac{\lambda_I}{(\bar{S}_I)^{\beta_I - 1}} x_I^{\beta_I}$, z nieużytecznością $D_I(x_I)$, $x_I = \frac{C_I}{K_r}$, ubezpieczenia kapitału K_e za cenę C_I i stopę strat $R_{II} = C_I / K_e$ oraz prawd. $p_{II} = 1$, czyli $D_I(x_I) = K_r R_{II} x_I^{\beta_I}$. Z warunku $\bar{D}(x_I) = D_I(x_I)$ otrzymujemy

$$\bar{S}_I = \left(\frac{\lambda_I}{R_{II}} \right)^{\frac{1}{\beta_I - 1}} \cdot \left(\frac{K_e}{C_I} \right)^{\frac{\beta_I}{\beta_I - 1}}. \text{ Należy przy tym zaznaczyć, iż wzrost}$$

bariery strat (λ_I) powoduje wzrost \bar{S}_I i $\kappa(\lambda_I)$ oraz S_I czyli obniżenie nieużyteczności:

$$D(x_I) = K_r \frac{R_I}{S_I^{\beta_I - 1}} x_I^{\beta_I}. \quad (15)$$

Dla określenia $D(x_I)$ należy również zidentyfikować współ. motywacji decydenta β_I . Jest to możliwe (podobnie jak β i opisane i opisane

w [7]) przez obserwację stosowanego podziału przyrostów K_r na działania ubezpieczeniowe i prewencyjno-profilaktyczne, zapewniające minimalną sumę nieużyteczności.

Jeżeli dla redukcji zagrożenia strat kapitału: $K_e - \bar{K}_e$ z prawd. p_I i nieużytecznością $D(x_I)$ zastosowano ubezpieczenie ze stopą strat R_{II} i małym $\frac{D_I(x_I)}{D(x_I)}$, to możliwa jest również ocena tzw. znacznej redukcji stopy strat (*Loss Reduction*):

$$LR_I = \frac{D(x_I) - D_I(x_I)}{D(x_I)} = 1 - \frac{R_{II} S_I^{\beta_I - 1}}{R_I} \cdot \left(\frac{C_I}{K_e} \right)^{\beta_I} \quad (16)$$

Stopę redukcji strat można również określić, gdy zamiast ubezpieczenia zastosowano działalność prewencyjną lub profilaktyczną (dla ochrony zdrowia, czyli HC kapitału) określoną przez oczekiwaną stopę strat R_{Ip} , z prawd. $p_p = 1$ i $S_p = 1$, oraz $x_p = C_p / K_r$, gdzie C_p = koszt działalności ochronno-obronnej, czyli $D_p(x_p) = K_r R_{Ip} x_p^{\beta_I}$. Mamy wtedy stopę redukcji strat:

$$LR_p = \frac{D(x_I) - D_p(x_p)}{D(x_I)} = 1 - \frac{R_{Ip} S_I^{\beta_I - 1}}{R_I} \cdot \left(\frac{C_p}{K_e} \right)^{\beta_I}. \quad (17)$$

Gdy okazuje się, iż $R_{Ip} < R_{II} \left(\frac{C_I}{C_e} \right)^{\beta_I}$ to $LR_p > LR_I$, czyli zamiast ubezpieczać zagrożony kapitał (K_e), można zastosować działalność prewencyjną lub profilaktyczną.

Jeśli monitorowane zagrożenie ekologiczne (np. powodzi) dotyczy wielu przedsiębiorstw i organizacji regionalnych, zaś koszt działalności prewencyjnej (np. budowa wałów ochronnych, tamy i zbiorników wod-

nych) wynoszącej C_p jest wysoki, to dla sprawdliwej kooperacji (przez ponoszone koszty $(C_p x_i)$ zagrożonych partnerów) należy zapewnić im równe stopy redukcji strat ($LR_p(x_i) = C, \forall_i$). Jeśli na podstawie przeprowadzonych dialogów stwierdzono, iż motywacje partnerów są równe, tj. $\beta_{li} = 2, i = 1, \dots, n$, to

$$LR_p(x_i) = 1 - a_i \cdot x_i^2 = C, \quad a_i = \frac{R_{lpi} S_{li}}{R_{li}} \left(\frac{C_p}{K_{ei}} \right)^2, \quad i = 1, \dots, n. \quad (18)$$

Wynika stąd, iż $x_i = \sqrt{1 - C} \cdot a_i^{-1/2}$, zaś z warunkiem:

$$\sum_{j=1}^n x_j = \sqrt{1 - C} \cdot \sum_{j=1}^n a_j^{-1/2} = 1, \quad \text{określa się } \sqrt{1 - C} = \left[\sum_{j=1}^n a_j^{-1/2} \right]^{-1} \quad \text{oraz}$$

$$\hat{x}_i = a_i^{-1/2} \cdot \left[\sum_{j=1}^n a_j^{-1/2} \right]^{-1}, \quad \text{a zatem ponoszone koszty } C_i = \hat{x}_i C_p. \quad (19)$$

Opisane powyżej wspomaganie działania prewencyjnego (powodzi), może być zastosowane do wielu innych zagrożeń. Na przykład przeciwpożarowej, oczyszczania ścieków kanalizacyjnych i wody (przez system filtracji) oraz oczyszczanie powietrza z substancji toksycznych (zarówno w miejscach pracy jak i mieszkaniach), które powodują zagrożenie utraty zdrowia (alergiczne i rakotwórcze), z także redukcję zagrożeń transportowych, przez budowę i oczyszczanie ulic, wiaduktów i autostrad.

Na zakończenie wypada zaznaczyć, iż wspomaganie decyzji związanych z planowaniem strategicznego rozwoju (opartych na tzw. *teorii foresight*) dotyczących wyboru użytecznych działań przedsiębiorczych (innowacyjnych), jak również działań prewencyjno-profilaktycznych, przez tzw. sprawdliwą kooperację zapewniającą zrównoważony rozwój

oraz wysoką ocenę decydentów (menażerów i leaderów organizacji) przez kooperujące z nimi osoby. Ocena ta wpływa również na redukcję tzw. erozji (upadku) władz rządzących, a także – wspomaga szanse wyboru leaderów, przez usatysfakcjonowanych ich korzystnym zarządzaniem, wyborców.

Literatura

1. Coombs C., Dawes R., Tversky A. (1970) *Mathematical Psychology*. Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
2. Dobija M. (2002) Kapitał ludzki i intelektualny w aspekcie teorii rachunkowości. *Przegląd Organizacji*, 1.
3. Kahneman D., Tversky A. (1979) Prospect theory: an analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47(2).
4. Koontz H., O'Donnell C., Wehrich H. (1984) *Management*. McGraw-Hill, New York.
5. Kivetz R. (2003) The effects of effort and intrinsic motivation on risky choice. *Marketing Science*, 22(4).
6. Kulikowski R. (1998) Portfolio optimization: two factors utility approach. *Control & Cybernetics*, 35(3).
7. Kulikowski R. (2006) Metodologia użyteczności trwałego rozwoju oraz jej zastosowania. W: Red. R. Kulikowski, Z. Bubnicki, J. Kacprzyk *Systemowo-komputerowe wspomaganie zarządzania wiedzą*. EXIT, Warszawa, 15-95.
8. Orear J. (1990) *Fizyka*. WNT, Warszawa.
9. Siegel J., Shim J., Hartman W. (1995) *Przewodnik po finansach*. PWN, Warszawa.
10. Stevens S. (1959) Measurement, psychophysics and utility. In: C.W. Churchman and P. Ratoosh (Eds), *Measurement: Definition and Theories*. Wiley, New York.
11. Wojciszke B. (2006) Bogactwo na cenzurowanym. *Academia*, 4(8).

