

Dynamiczne rankingi w procesach foresightu

Międzynarodowa konkurencja wymusza na decydentach przyjęcie nowoczesnych standardów planowania strategicznego, które wymagają szerszego niż do tej pory stosowania metod analizy wielokryterialnej i badań operacyjnych. Szczególnie ważna jest umiejętność zastosowania tych metod w procesach decyzyjnych związanych z prognozowaniem rozwoju technologii, zwłaszcza w tzw. projektach foresightowych.

Metodyka określania priorytetów technologicznych — jako rezultatów prognoz i scenariuszy — wymaga zdefiniowania (najczęściej w kontekście celów średnioterminowych) wskaźników ilościowych oraz funkcji estymujących korzyści socjalne oraz ekologiczne. Następnie konieczne jest uwzględnienie aktualnych warunków ekonomicznych wdrażania strategii związanych z rozwojem technologicznym i wynikających z nich ograniczeń dla parametrów finansowych i ekonomicznych w rozpatrywanym horyzoncie czasowym prognozy. Takie podejście prowadzi do sformułowania wielokryterialnego zagadnienia decyzyjnego jako problemu optymalizacji wektorowej ze zbiorem kryteriów opisujących socjalne, ekonomiczne i ekologiczne preferencje interesariuszy przedsięwzięcia:

$$(F : U \rightarrow E) \rightarrow \min(\theta) \quad (1)$$

gdzie U i E oznaczają odpowiednio przestrzeń decyzji i przestrzeń kryteriów, tj. zbiór, w którym wartości przyjmuje funkcja kryterialna F , $F = (F_1, F_2, \dots, F_n)$ jest wektorową funkcją celu, a θ jest domkniętym i wypukłym stożkiem, wprowadzającym częściowy porządek w E . Gdy U jest zbiorem dopuszczalnych strategii rozwoju, wtedy rozwiązaniem problemu (1) (a właściwie ciągu takich problemów) może być ranking priorytetów strategicznych, które mogą wchodzić w skład różnych strategii. Aby ranking priorytetów uczynić możliwym do wdrożenia praktycznego, należy precyzyjnie zdefiniować zależność pomiędzy metodyką rankingu a realizowaną polityką. Tak zdefiniowane priorytety są zwykle stosowane w celu przydziału środków budżetowych dla różnych przedsięwzięć lub obszarów technologicznych należących do kompetencji jednostki decyzyjnej. Innym zastosowaniem analizy priorytetów jest wykorzystanie przez decydentów rankingu priorytetów do wskazania ich hierarchii czasowej, tak aby priorytety o wyższym rankingu były realizowane wcześniej, niż te o niższym priorytecie.

Wadą dotychczas stosowanych podejść jest statyczny model priorytetów, w którym początkowe priorytety realizowanych strategii zostają określone dla całego okresu wdrażania, przy czym brak zbiektywizowanego mechanizmu ich modyfikacji w zależności od zmieniającej się sytuacji zewnętrznej (gospodarczej, ekologicznej, czy socjalnej). W stosowanym najczęściej w praktyce podejściu, nowa polityka i strategie działania władzy redefiniowane są po zmianie decydentów. Wtedy też tworzone są nowe prognozy, często bez powiązania z wcześniejszymi badaniami. Cele już osiągnięte wpływają na warunki i ograniczenia decydujące o możliwości osiągnięcia kolejnych celów w przyszłości. Modele przyszłości używane w procesach wspomagania decyzji często nie uwzględniają powiązań pomiędzy celami dotąd osiągniętymi a tymi, które mają być osiągnięte w przyszłości, czego skutkiem jest to, że różnica pomiędzy prognozą a rzeczywistością często zaskakuje decydentów.

Metodyka wykorzystania prognoz i scenariuszy do rozwiązywania problemów wyboru strategii technologicznych zaproponowana w niniejszym artykule oparta jest na dynamicznym rankingu celów strategicznych. Ranking taki jest użyteczny nie tylko w zagadnieniach technologicznych, lecz pozwala również na określenie struktury organizacyjnej i charakterystyki zasobów ludzkich w organizacjach, wymagań budżetowych oraz decyzji, które są podejmowane, gdy zmieniają się wpływające na nie warunki zewnętrzne. Innowacyjność podejścia opartego o dynamiczny ranking wynika z faktu, że w dotychczas stosowanych metodach obliczania rankingu priorytetów foresightowych nie jest możliwe równoczesne rozważanie już zrealizowanych i planowanych celów. W proponowanym tutaj podejściu zależność pomiędzy zdarzeniami jest modelowana za pomocą systemu zdarzeń dyskretnych z nadzorem (tzw. *supervisory control*, Ramadge'a i Wonhama, zob. Skulimowski, 1996, rozdz. 8), który określony jest jako automat

$$P = (Q, S, \delta, Q_0, Q_m) \quad (2)$$

gdzie:

Q — zbiór stanów systemu,

S — skończony zbiór operacji,

$\delta : S \times Q \rightarrow Q$ — funkcja przejścia pomiędzy stanami,

Q_0 — zbiór potencjalnych stanów początkowych procesu,

Q_m — wyróżniony zbiór stanów (z reguły końcowych).

Para stanów (q_1, q_2) takich, że $q_2 = \delta(s, q_1)$, nazywana jest *zdarzeniem*.

Modelem matematycznym systemu (2) przydatnym dla celów obliczeniowych jest multigraf o strukturze zależnej od czasu, którego wierzchołki reprezentują osiągnięte stany rozważanego obiektu, parametryzowane przez wartości wszystkich kryteriów. Do wygenerowania niezdominowanych rozwiązań problemu wyboru i implementacji strategii foresightowych, w pierwszym etapie rozwiązania zastosowaliśmy wielokryterialne uogólnienie algorytmu najkrótszej ścieżki wielokryterialnej (oparte o zasadę programowania dynamicznego) dla sieci o zmiennej strukturze. Następnie zaproponowaliśmy algorytm klasyfikacji wielokryterialnej wyznaczający ranking strategii dla modelowanego obiektu. Korzystając dodatkowo z estymacji rozkładów prawdopodobieństwa zdarzeń zewnętrznych i każdego z rozważanych scenariuszy, otrzymujemy oczekiwane uszeregowanie priorytetów dla okresu planowania.

W konkretnych problemach foresightu powyższy algorytm może być uzupełniony o analizę wzajemnego oddziaływania trendów (np. technologicznych), wyznaczenie trajektorii technologicznych, analizę scenariuszy czy też o dynamiczną analizę (G)SWOTC i in. Ponadto do wyznaczenia wartości stosowanych wskaźników jakości (stosowanych np. do oceny technologii) tworzenia scenariuszy, prognozowania długoterminowych tendencji rozwoju i możliwości pojawienia się nowych technologii lub nowych zagrożeń wykorzystywane są m.in. metody reprezentacji wiedzy w modelach bayesowskich, w tym także sieci bayesowskie (por. *Blackman*, 1971). Natomiast do uzgadniania konsensusu pomiędzy ekspertami zastosować można metodę opublikowaną w pracy *H. Górecki, A. M. J. Skulimowski, Found. Contr. Engrg.*, 1986, 11, opartą na reprezentacji opinii ekspertów w postaci punktów odniesienia i poszukiwaniu kompromisowego rozwiązania problemu optymalizacji wielokryterialnej.

Wszystkie wymienione wyżej metody opracowane zostały w celu ich implementacji w systemie eksperckim umożliwiającym tworzenie list priorytetów, scenariuszy i dynamicznych modeli gospodarki kraju z punktu widzenia celów foresightu zapotrzebowania na energię elektryczną. Podobne modele mogą zostać zastosowane także w foresighcie innych branż, a także w skali firmy czy regionu.

Bibliografia

- [1] Andrzej M. J. Skulimowski (1991). *Optimal Control of a Class of Asynchronous Discrete-Event Systems*, w pracy zbiorowej: *Automatic Control in the Service of Mankind, Proceedings of the 11th IFAC World Congress, Tallinn (Estonia), 1990, Vol. 3, 489–495*; Pergamon Press, London.
- [2] — (1994). *Optimizing the Structure of a Partitioned Population*, w książce: J. Henry i J.-P. Yvon (red.), *System Modelling and Optimization; Lecture Notes in Control and Information Sciences 197*, Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 771–782.
- [3] — (1996). *Decision Support Systems Based on Reference Sets*, Wydawnictwo AGH, Monografie, Seria: Automatyka, Nr 40, 165.
- [4] — (2006). *Framing New Member States and Candidate Countries Information Society Insights*, w książce: Ramon Compano, Corina Pascu (red.), *Prospects For a Knowledge-Based Society in the New Member States and Candidate Countries*, Publishing House of the Romanian Academy, 2006, ISBN 973-27-1319-4, 9–51.
- [5] — (2006, red.). *Transfer Technologii w Informatyce i Automatyce*, Progress & Business Publishers (www.pbf.pl), Kraków 2006.