Sławomir BIRUK

ANALIZA METOD WYBORU DOSTAWCÓW ZGODNYCH Z REGUŁĄ CONDORCETA

Streszczenie

Wybór dostawcy może decydować o powodzeniu całego przedsięwzięcia, wpływa na jego koszt, termin realizacji i jakość. Wyłonienie najlepszego dostawcy można opisać jako problem decyzyjny wyboru najlepszej oferty ze zbioru możliwych wariantów ocenianych za pomocą zbioru spójnych kryteriów. Przyjęte przez zamawiającego kryteria oceny i wyboru ofert powinny być jak najbardziej obiektywne i wymierne. Lista kryteriów cząstkowych, sposób i metoda ich oceny powinna być znana oferentom, co znacznie ułatwia przygotowanie oferty i zmniejsza możliwość wystąpienia późniejszych konfliktów. O istocie problemu wyboru złożoności problemu może świadczyć wielość koncepcji i stosowanych wielokryterialnych metod wspomagania decyzji oraz duża liczba kryteriów branych pod uwagę. Kryterium Condorceta, sformułowane już ponad dwa wieki temu, jest powszechnie akceptowane ze względu na demokratyczny sposób wyboru (większość kryteriów decyduje o wyborze zwycięzcy) oraz sprawiedliwy wybór - wygrywa ten, który zwycięża w bezpośredniej pojedynku z każdym rywalem. W przypadku niemożliwości wyłonienia zwycięzcy czy ustalenia rankingu Condorceta, z punktu widzenia teorii wyboru społecznego, wyłoniony kandydat powinien być jak najbardziej podobny do zwycięzcy w sensie Condorceta. W artykule przedstawiona przegląd metod pozwalających wyłonić najlepszą alternatywę zbliżoną do zwycięzcy Condorceta uzupełniony przykładem wyboru dostawcy, w którym wykorzystano jedynie skale porządkowe do oceny wariantów.

WSTĘP

Wybór dostawcy może decydować o powodzeniu całego przedsięwzięcia, wpływa na jego koszt, termin realizacji i jakość. Koszy materiałów i półproduktów mogą stanowić nawet 70% kosztów całego przedsięwzięcia. Przyjęte przez zamawiającego kryteria oceny i wyboru ofert powinny być jak najbardziej obiektywne i wymierne. Lista kryteriów cząstkowych, sposób i metoda ich oceny powinna być znana oferentom, co znacznie ułatwia poprawne przygotowanie oferty oraz zmniejsza możliwość wystąpienia późniejszych konfliktów, a zatem wpływa na skrócenie czasu wyboru dostawcy i zarządzanie przedsięwzięciem. Przy wyborze dostawcy najczęściej stosuje się wielokryterialne metody wspomagania decyzji. Teoria wyboru społecznego może mieć także zastosowanie do wyboru najlepszej oferty i pozwala wyłonić kandydata najbardziej zbliżonego do zwycięzcy w sensie Condorceta.

1. WIELOKRTERIALNY WYBÓR DOSTAWCÓW

Wyłonienie najlepszego dostawcy można opisać jako problem wyboru najlepszej oferty ze zbioru możliwych wariantów $A = \{a_1, ..., a_n\}$ ocenianych za pomocą zbioru spójnych kryteriów $C = \{c_1, ..., c_m\}$. Kryteriom zazwyczaj przypisuje się wagi i są one najczęściej przyjmowane, tak aby ich suma była równa 1. Decydent porównując oferty parami musi stwierdzić czy [14]:

- jedna jest lepsza od drugiej,
- oferty są porównywalne,
- oferty są nieporównywalne.

Wielokryterialna analiza porównawcza (a dokładniej ocena przy wielorakości celu) obejmuje następujące zagadnienia:

- problem wyboru – określenie jednego lub podzbioru wariantów najlepszych wariantów (np. wyłonienie dostawcy w celu zawarcia umowy lub wstępna selekcja potencjalnych oferentów),
- problem klasyfikacji (selekcji) – podział zbioru *A* na podzbiory o podobnych właściwościach np. sprawdzenie ofert i podział na dobrze przygotowane i odesłane do uzupełnienia,
- problem szeregowania (rankingu wariantów) od najlepszego do najgorszego np. w celu ustalenia kolejności prowadzenia negocjacji z oferentami.

Najczęściej stosowanymi kryteriami oceny dostawców są: cena, jakość, potencjał i kondycja finansowa. Thiruchelvam i Tookey [25] przedstawili 36 kryteriów oceny najczęściej prezentowanych w literaturze przedmiotu w latach 1966-2010. Chen [10] zawęził listę do 23 najważniejszych: cena, terminowość dostaw, jakość, wyposażenie i potencjał, lokalizacja, możliwości techniczne, zarządzanie i organizacja, reputacja w branży, sytuacja finansowa, doświadczenia z poprzednich transakcji, serwis gwarancyjny, jakość obsługi, wielkość dostawy, system kontroli produkcji, jakość szkoleń, zgodność postępowania z procedurami, stosunki z pracownikami, system komunikacji, sposób prowadzenia negocjacji, wizerunek firmy, relacje biznesowe, wcześniej zawarte umowy, gwarancja i sposób zaspokajania roszczeń oraz przedstawił wagę tych kryteriów.

O istocie problemu i złożoności problemu wyboru najlepszej oferty może świadczyć wielość koncepcji i stosowanych metod. Trzaskalik [26] przedstawił klasyfikację wielokryterialnych metod wspomagania decyzji. Najczęściej są stosowane metody addytywne, metoda analitycznej hierarchizacji i metody pokrewne, metody werbalne, rodzina metod Electre opartych na relacji przewyższania, metody wykorzystujące rozwiązania referencyjne oraz metody interakcyjne. Oceny wariantów mogą być deterministyczne, stochastyczne lub rozmyte. Każda z metod posiada zalety, ale także ograniczenia i powinna być dobrana do analizowanego problemu decyzyjnego.

Za początek nowoczesnej teorii wyboru społecznego przyjmuje się opublikowanie przez Arrowa i Kennetha monografii „Social Choice and Individual Values" [1], w której zostało przedstawione twierdzenie o nieistnieniu metody podejmowania grupowych decyzji, która spełnia pewne warunki racjonalności i demokracji. Arrow i Raynauld [2] przedstawili analogię pomiędzy teorią wyboru społecznego a dyskretnymi metodami wielokryterialnymi wspomagania decyzji. Miejsce w ranking wariantów sporządzonych dla poszczególnych kryteriów może być utożsamiane z głosami wyborców. Metody oparte na rankingu wariantów nie wymagają kwantyfikacji ocen, co jest szczególnie ważne w przypadnie kryteriów niemierzalnych (jakościowych) oraz ustalania wag kryteriów. Decydent dla każdego kryterium korzysta ze skal porządkowych numerując od 1 do *n* oferty, gdzie wartości mniejsze są przypisywane alternatywom spełniającym w większym stopniu oczekiwania zamawiającego w świetle przyjętego kryterium. Na podstawie porządków częściowych ze względu na poszczególne kryteria można wyznaczyć uporządkowanie końcowe wariantów decyzyjnych (ranking wariantów).

2. METODY WYBORU DOSTAWCÓW ZGODNE Z ZASADĄ CONDORCETA

Condorcet już ponad dwa wieki temu sformułował regułę, że zwycięzcą jest to rozwiązanie, które w porównaniu parami ze wszystkimi pozostałymi ofertami jest preferowane tzn. $a_{rj} \succ a_{sj}$ $(r \neq s)$ więcej niż w połowie kryteriów. Przegranym według Condorceta jest rozwiązanie, które przegrywa w porównaniu parami ze wszystkimi pozostałymi. Uporządkowanie końcowe $a_1, a_{2,} ..., a_n$ jest zgodne z zasadą Condorceta, jeżeli każde rozwiązanie a_r jest preferowane w stosunku do alternatywy a_s wtedy gdy: $r < s$. Zwycięzca, przegrany oraz uporządkowanie Condorceta nie zawsze istnieją. Reguła Condorceta jest powszechnie akceptowana ze względu na demokratyczny sposób wyboru (większość kryteriów decyduje o wyborze zwycięzcy) oraz sprawiedliwy wybór – wygrywa ten, który zwycięża w bezpośredniej pojedynku z każdym rywalem.

Porównanie wariantów można przedstawić w postaci grafu przewyższania $G = (A, E)$, który się składa ze zbioru wierzchołków (analizowanych wariantów) $A(G)$ i zbioru skierowanych łuków $E(G) \subseteq A(G) \times A(G)$, w której kierunek strzałki wskazuje preferencje wariantów. Rozwiązanie a_r jest preferowane w stosunku do a_s jeżeli w większej liczbie kryteriów je przewyższa.

W przypadku niemożliwości wyłonienia zwycięzcy Condorceta z punktu widzenia teorii wyboru społecznego wyłoniony kandydat powinien być jak najbardziej podobny do zwycięzcy Condorceta.

Algorytmy Dodgstona i Younga bazują na regule Condorceta i zawsze ustalają zwycięzcę Concordeta na pierwszym miejscu, o ile taki zwycięzca istnieje. Wyłonienie uporządkowania Dosgstone'a i Younga jest zagadnieniem *NP*-trudnym [3, 8, 11]. Metoda Younga [27] polega na pomiarze zgodności uporządkowań częściowych. Liczba Younga to maksymalna liczba uporządkowań częściowych które należy wziąć pod uwagę, aby rozwiązanie stało się zwycięzcą Condorceta. Zwycięża alternatywa z największą liczbą Younga. Wprowadza się następujące oznaczenia: $a_r \in A$ jest rozwiązaniem dla którego wyznaczana jest liczba Younga, $x_j \in \{0, 1\}$ jest zmienną binarną $\forall j \; (j = 1, 2, \ldots m)$ i $x_j = 1$ wtedy i tylko wtedy, gdy kryterium *j* jest brane pod uwagę przy określaniu liczby Younga dla a_r. Stała $e^i_{rj} = \{-1, 1\}$ zależy od uporządkowań częściowych i $e^i_{rj} = 1 \; (r \neq j)$ jeżeli w uporządkowaniu według kryterium *j* rozwiązanie a_r jest wyżej niż a_i. Wyznaczenie liczby Younga dla wariantu a_r polega na rozwiązaniu zagadnienie programowania liniowego binarnego [8]:

$$\max : \sum_{j=1}^{m} x_j \tag{1}$$

przy ograniczeniach

$$\sum_{j=1}^{m} x_j \cdot e^i_{rj} \geq 1, \;\; \forall a_i \in A \setminus \{a_r\}, \tag{2}$$

$$x_j = \{0, 1\}, \;\; j = 1, 2, \ldots m \, . \tag{3}$$

Funkcja celu (1) maksymalizuje liczbę uporządkowań częściowych które należy uwzględnić, aby oferta a_r stała się zwycięzcą Condorceta – wyrażenie (2).

Przesunięcie rozwiązania a_r w uporządkowaniu dla kryterium j o $k \; (k \in \{0, 1, \ldots, n-1\}$ pozycji powoduje, że liczba przewag a_r nad $a_i \in A \setminus \{a_r\}$ rośnie o $e_{ijk} = \{0, 1\}$. $d_i(a_r)$ jest minimalną liczbą kryteriów w których a_r dodatkowo musi uzyskać przewagę, aby w uporządkowaniu końcowym zdobyć przewagę nad $a_i \in A \setminus \{a_r\}$ (deficyt wygranych). Jeżeli a_r jest preferowane w stosunku do $a_i \in A \setminus \{a_r\}$ to $d_i(a_r) = 0$. Minimalna liczba przestawień w porządkach dla kryteriów nazywana jest liczbą Dodgstona $D(a_i)$. Dodgsone (znany bardziej jako Lewis Carroll) opisał sposób wyboru najlepszego rozwiązania, ale nie podał algorytmu wyznaczania liczby Dodgstona [6]. Zwycięzcą Dodgsona jest oferta z najmniejszą wartością $D(a_i)$. Dla rozwiązania a_r może być ona wyznaczona poprzez rozwiązanie zadania programowania liniowego binarnego [3]:

$$\min : \sum_j \sum_k k \cdot x_{jk} \tag{4}$$

$$\sum_k x_{jk} = 1, \;\; \forall j \tag{5}$$

$$\sum_j \sum_k e_{ijk} \cdot x_{jk} \geq d_i(a_r), \;\; \forall a_i \in A \setminus \{a_r\}, \tag{6}$$

$$x_{jk} = \{0, 1\}, \;\; \forall j, k \tag{7}$$

Zmienna binarna $x_{jk} = 1$ jeżeli w uporządkowaniu częściowym dla kryterium *j* dokonujemy przesunięcia oferty a_r o *k* pozycji. Funkcja celu (4) minimalizuje liczbę przestawień w uporządkowaniach częściowych, zbiór ograniczeń (5) powoduje, że w każdym uporządkowaniu częściowym możemy dokonać co najwyżej tylko jednego przesunięcia rozwiązania a_r. Zbiór ograniczeń (6) zapewnia, że oferta a_r staje się zwycięzcą w sensie Condorceta.

Do obliczania liczby Dogstona opracowano też prosty algorytm zachłanny [16]. Liczbę Dodgstona można też obliczyć stosując np. algorytm programowania dynamicznego.

Benham [15] zaproponował prostą procedurę poszukiwania zwycięzcy bazującą na regule Condorceta poprzez eliminację ze zbioru kandydata z najmniejszą liczbą miejsc pierwszych w uporządkowaniach częściowych dla kryteriów i poszukiwaniu zwycięzcy w nowym, pomniejszonym o jedno rozwiązanie zbiorze. Procedurę powtarza się aż wyłoni się ostatecznego zwycięzcę.

Jeżeli istnieje zwycięzca Condorceta to algorytm prymalny i dualny methody Köhlera umieszcza go zawsze na pierwszym miejscu w szeregu preferencyjny, a w przypadku istnienia porządku według Condorceta, porządek wyznaczony za pomocą tej metody jest z nim zgodny [20]. W pierwszej kolejności tworzona jest macierz przewyższania $\mathbf{A} = [a_{rs}]$ (macierz kwadratowa rzędu *n*). Element a_{rs} oznacza liczbę kryteriów w której oferta a_r jest preferowana w porównaniu z a_s.W kroku *k* algorytmu dla każdego wiersza jest wybierana wartość minimalna, a następnie maksymalna spośród nich. W przypadku jednakowych wartości jedna z nich jest wybierana arbitralnie. Oferta odpowiadająca wybranej wartości jest umieszczana na pozycji k końcowego ranking. Jeżeli $r < n$ kolumna i wiersz odpowiadające wybranej ofercie są usuwane i powstaje nowa macierz porównań stopnia *n*-1, wykorzystywana w kroku *k*+1 algorytmu. Proces powtarza się, aż uzyska się ranking końcowy.

Metoda Arrow'a-Raynaud'a nie zawsze umieszcza zwycięzcę Concordeta na pierwszym miejscu w szeregu preferencyjnym, ale pozwala zidentyfikować przegranego w sensie Concordeta. Eliminacja wariantów może służyć wstępnej selekcji ofert i prowadzić do ograniczenia liczby rozpatrywanych wariantów. Algorytm Arrow'a-Raynaud'a [20, 22] bazuje na iteracyjnym wyborze i eliminacji wariantu najbardziej niekorzystnego spośród ofert, które nie zastały do tej pory na podstawie relacji przewyższania umieszczone w szeregu preferencyjnym. W każdej iteracji wybiera się wartości największe w rzędach, a następnie najmniejszą z nich i umieszcza się ją na $(n-k+1)$ miejscu w szeregu preferencyjny. W przypadku równych wartości, jedną z nich wybiera się arbitralnie. Wiersz i kolumna odpowiadająca wybranemu rozwiązaniu są usuwane i postępowanie powtarza się aż do ustalenia porządku końcowego.

Metoda Slatera [24] polega na znalezieniu minimalnej liczby łuków w grafie przewyższania których należy zmienić kierunek aby uzyskać relację przechodniości (uporządkowanie liniowe wariantów). Porządek Slatera minimalizuje odległość pomiędzy uporządkowaniem końcowym a uporządkowaniami częściowymi zgodnie z regułą większościową. Może istnieć kilka porządków Slatera, ale w każdym zwycięzca Condorceta jest zwycięzcą Slatera [17]. Wyznaczenie porządku Slatera jest zagadnieniem *NP*-trudnym równoważnym z klasycznym zagadnieniem *MinimumFeedback Arc Set in Tournaments* [9, 13].

Kemeny [18, 19] zaproponował metodę wyznaczania preferencji rozszerzając koncepcję Condorceta. Jeżeli istnieje zwycięzca i przegrany w sensie Concordeta to reguła Kemmeny'ego umieszcza je odpowiednio na początku i końcu szeregu preferencyjnego [23]. Odległość pomiędzy wariantami a_r i a_s w uporządkowaniach częściowych sporządzonych dla dwóch kryteriów u i v została zdefiniowana następująco

$$\delta_{rs}(u,v)=\begin{cases}1 & \text{jeżeli} \quad a_r \prec_u a_s \text{ i } a_s \preceq_v a_r \\ 0 & \text{w pozostałych przypadkach}\end{cases} \tag{12}$$

stąd wzajemna odległość dwóch uporządkowań wynosi:

$$\Delta(u,v)=\sum_i \sum_j \delta_{ij}(u,v) \tag{13}$$

Ranking Kemeny'ego maksymalizuje zgodność wszystkich uporządkowań cząstkowych z uporządkowaniem końcowym (minimalizuje sumę odległości uporządkowań częściowych od rankingu końcowego). Wyznaczenie uporządkowania Kemeny'ego jest problemem *NP*-trudnym i opracowano wiele algorytmów do jego wyznaczania np. algorytm ograniczeń i podziału [4], programowania dynamicznego [5, 21] czy mediany Litvaka [7], która w istotny sposób ogranicza liczność zbioru uporządkowań przeszukiwanych przy stosowaniu przeglądu zupełnego.

3. PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA ZASADY CONDORCETA DO WYBORU DOSTAWCÓW

Zastosowanie zasady Condorceta do wyboru dostawcy materiałów budowlanych zostanie przedstawione na podstawie wyboru jednej z pięciu ofert ocenianych za pomocą pięciu kryteriów: cena (1), lokalizacja (2), warunki zapłaty (3) potencjał (4) i jakość(5). Decydent sporządził uporządkowania częściowe wariantów dla każdego kryterium:

$$c_1:\ a_3 \succ a_5 \succ a_2 \succ a_1 \succ a_4,$$
$$c_2:\ a_1 \succ a_3 \succ a_2 \succ a_5 \succ a_4,$$
$$c_3:\ a_4 \succ a_2 \succ a_5 \succ a_1 \succ a_3,$$
$$c_4:\ a_3 \succ a_5 \succ a_1 \succ a_2 \succ a_4,$$
$$c_5:\ a_2 \succ a_1 \succ a_4 \succ a_3 \succ a_5.$$

W przykładzie nie istnieje zwycięzca według Condorceta (graf przewyższania przedstawiono na rysunku 1). Na przykład oferta a_1 wygrywa z a_3 w stosunku 3:2, z a_4 4:1, ale przegrywa z a_2 i a_5 3:2.

Zgodnie z metodą Younga, aby oferta a_1 stała się zwycięzcą w sensie Condorceta należy uwzględnić uporządkowania częściowe (liczba Y(a_1)=3)

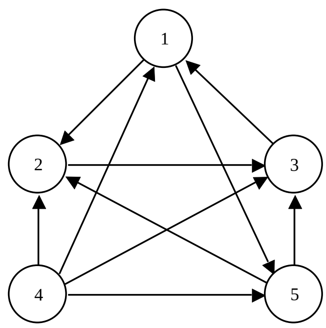
$$c_2:\ a_1 \succ a_3 \succ a_2 \succ a_5 \succ a_4,$$
$$c_4:\ a_3 \succ a_5 \succ a_1 \succ a_2 \succ a_4,$$
$$c_5:\ a_2 \succ a_1 \succ a_4 \succ a_3 \succ a_5,$$

a dla oferty a_2 – Y(a_2)=3:

$$c_1:\ a_3 \succ a_5 \succ a_2 \succ a_1 \succ a_4,$$
$$c_3:\ a_4 \succ a_2 \succ a_5 \succ a_1 \succ a_3,$$
$$c_5:\ a_2 \succ a_1 \succ a_4 \succ a_3 \succ a_5.$$

Analogicznie Y(a_3)=3 (są uwzględniane kryteria c_1, c_4 i c_5), Y(a_4)=1 – kryterium c_3. Oferta a_5 nie może zostać zwycięzcą Condorceta. W konsekwencji końcowe uporządkowanie ofert, zgodnie z liczbą Younga, jest następujące:

$$a_1 \approx a_2 \approx a_3 \succ a_4 \succ a_5.$$



***Rys. 1.** Graf przewyższania*

Zgodnie z metodą Dodgsona oferta a_1 przegrywa z a_2 i a_5 w stosunku 2:3 Aby a_1 stało się zwycięzcą Condorceta wystarczy w ranking dla c_1 rozwiązanie umieścić na drugiej pozycji:

$$c_1:\ a_3 \succ a_5 \succ a_2 \succ a_1 \succ a_4,$$
$$a_3 \succ a_1 \succ a_5 \succ a_2 \succ a_4$$
$$c_2:\ a_1 \succ a_3 \succ a_2 \succ a_5 \succ a_4,$$
$$c_3:\ a_4 \succ a_2 \succ a_5 \succ a_1 \succ a_3,$$
$$c_4:\ a_3 \succ a_5 \succ a_1 \succ a_2 \succ a_4,$$
$$c_5:\ a_2 \succ a_1 \succ a_4 \succ a_3 \succ a_5.$$

stąd liczba Dodgstona $D(a_1)=2$.

Oferta a_2 przegrywa jedynie z a_3 w stosunku 2:3 w kryteriach. Przesunięcie w rankingu dla kryterium c_2 o jedną pozycję:

$$c_1:\ a_3 \succ a_5 \succ a_2 \succ a_1 \succ a_4,$$
$$c_2:\ a_1 \succ a_3 \succ a_2 \succ a_5 \succ a_4,$$
$$a_1 \succ a_2 \succ a_3 \succ a_5 \succ a_4$$
$$c_3:\ a_4 \succ a_2 \succ a_5 \succ a_1 \succ a_3,$$
$$c_4:\ a_3 \succ a_5 \succ a_1 \succ a_2 \succ a_4,$$
$$c_5:\ a_2 \succ a_1 \succ a_4 \succ a_3 \succ a_5$$

powoduje, że a_2 zostaje zwycięzcą Condorceta - $D(a_2)=1$.

Analogicznie: $D(a_3)=1$ poprzez zamianę miejscami a_3 i a_1 w uporządkowaniu dla kryterium c_3. a_4 potrzebuje dodatkowych dwóch przewag na a_1 i a_2 oraz jednej nad a_3 i a_5. Zmieniając np. porządki częściowe dla $c_1 : a_4 \succ a_3 \succ a_5 \succ a_2 \succ a_1$ oraz $c_4 : a_3 \succ a_5 \succ a_4 \succ a_1 \succ a_2$ otrzymujemy liczbę Dodgsona $D(a_4)=6$. Dokonując przestawień a_5 o jedną pozycję w porządkach częściowych c_1, c_3 i c_5 mamy $D(a_5)=3$.

Końcowy szereg preferencyjny w metodzie Dodgona jest następujący: $a_2 \approx a_3 \succ a_1 \approx a_5 \succ a_4$.

Zgodnie z zasadą Benhama w pierwszej turze należy wyeliminować ofertę a_5, która nie jest najbardziej korzystna w żadnym uporządkowaniu częściowym. Po eliminacji oferty a_5 uporządkowania częściowe mają postać:

$$c_1:\ a_3 \succ a_2 \succ a_1 \succ a_4,$$
$$c_2:\ a_1 \succ a_3 \succ a_2 \succ a_4,$$
$$c_3:\ a_4 \succ a_2 \succ a_1 \succ a_3,$$
$$c_4:\ a_3 \succ a_1 \succ a_2 \succ a_4$$
$$c_5:\ a_2 \succ a_1 \succ a_4 \succ a_3.$$

Wśród pozostałych ofert nie ma zwycięzcy w sensie Condorceta i spośród możliwych do odrzucenia ofert a_1, a_2 i a_4 wybieramy arbitralnie a_4. Stąd:

$$c_1:\ a_3 \succ a_2 \succ a_1,$$
$$c_2:\ a_1 \succ a_3 \succ a_2,$$
$$c_3:\ a_2 \succ a_1 \succ a_3,$$
$$c_4:\ a_3 \succ a_1 \succ a_2$$
$$c_5:\ a_2 \succ a_1 \succ a_3.$$

Przy braku zwycięzcy Condorceta, należy ze zbioru ofert usunąć należy a_1:

$$c_1:\ a_3 \succ a_2,$$
$$c_2:\ a_3 \succ a_2,$$
$$c_3:\ a_2 \succ a_3,$$
$$c_4:\ a_3 \succ a_2,$$
$$c_5 : a_2 \succ a_3.$$

i zwycięzcą Concordeta zostaje rozwiązanie jest a_3.

Należy zwrócić uwagę, że usuwając a_1 w pierwszym kroku algorytmu zwycięzcą zostanie a_2, natomiast eliminując a_2 najlepszą ofertą będzie a_3.

WNIOSKI

Teoria wyboru społecznego powstała pod koniec XVIII w. i zajmuje się badaniem własności metod podejmowania decyzji zbiorowych, w szczególności problemem najlepszego kandydata w wyborach. Może mieć ona także zastosowanie w wyborze dostawcy ocenianego za pomocą wielu kryteriów, gdzie pozycja w rankingu sporządzonego dla kryteriów jest utożsamiana z głosem wyborców. Zastosowanie tych metod pozwala wyłonić kandydata najbardziej zbliżonego do zwycięzcy Condorceta. Metody te różnią się złożonością obliczeniową i mogą prowadzić do ustalenia odmiennych uporządkowań końcowych. Natomiast sposób oceny ofert (sporządzenie uporządkowań częściowych) i idea metody jest powszechnie zrozumiała ze względu na demokratyczny sposób podejmowania decyzji i stąd mogą być one wykorzystywane w praktyce do rozwiązywania problemu wyboru najlepszego dostawcy w przypadku stosowania wielu kryteriów oceny oferty.

Wyniki prac były finansowane z środków statutowych przyznanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (S/63/2015).

BIBLIOGRAFIA

1. Arrow K.J., Kenneth J., Social Choice and Individual Values. John Wiley and Sons, New York 1963.
2. Arrow K.J., Raynaud H., Social choice and multicriterion decision making, M.I.T. Press, Cambridge 1986.
3. Bartholdi J.J. III, Tovey, C.A., Trick, M.A.: Voting Schemes for Which It Can Be Difficult to Tell Won the Election. Social Choice and Welfare 1989, no. 6.
4. Barthelemy J.P, A. Guénoche A., Hudry O., Median Linear Orders: Heuristics and a Branch and Bound Algorithm. European Journal of Operational Research1989, no, 42.
5. Betzler N, Fellows M.R., Guo J., R. Niedermeier, Rosamondb F.A., Fixed-Parameter Algorithms for Kemeny Rankings.Theoretical Computer Science 2009, vol. 410, no. 45.
6. Black D., Theory of committees and elections. Cambridge University Press, Cambridge 1958.
7. Bury H., Wagner D., Efektywne metody wyznaczania mediany Kemeny'ego. Modelowanie preferencji a ryzyko 2012. Studia Ekonomiczne, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach 2012.

8. Caragiannis I., Covey J.A., Feldman M., Homan C.M, Kaklamanis C., Karanikolas N, Procaccia A.D., Rosenschein J.S., On the Approximability of Dodgson and Young Elections. Journal of Artificial Intelligence 2012, vol.187–188.
9. Charon I., Hudry O., A branch-and-Bound Algorithm to Solve the Linear Ordering Problem for Weighted Tournaments. Discrete Applied Mathematics 2006, vol. 154.
10. Chen Y.-J., Structured Methodology for Supplier Selection and Evaluation in a Supply Chain. Information Sciences 2011, vol. 181.
11. Endriss U., de Haan R., Complexity of the Winner Determination Problem in Judgment Aggregation: Kemeny, Slater, Tideman, Young. AAMAS '15 Proceedings of the 2015 International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems.
12. Conitzer V., Davenport A., Kalagnanam J., Improved Bounds for Computing Kemeny Rankings. Twenty-first National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-06) 2006.
13. Festa P., Pardalos P.M., Resende M.G.C., Feedback Set Problems. In Du D.Z., P. M. Pardalos P.M. (editors), Handbook of Combinatorial Optimization, Vol. A, Kluwer 1999.
14. Greco S. (Ed.), Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys. International Series in Operations Research & Management Science, Springer-Verlag 2005.
15. Green-Armytage J., Four Condorcet-Hare Hybrid Methods for Single-Winner Elections. Voting Matters 2011, vol. 29.
16. Homan C., Hemaspaandra L,, Guarantees for the Success Frequency of an Algorithm for Finding Dodgson-Election Winners. Journal of Heuristics August 2009, vol. 15.
17. Hudry O., On the Difficulty of Computing the Winners of a Tournament. Annales du LAMSADE 2006, vol. 6.
18. Kemeny J., Mathematics without numbers. Daedalus 88 1959.
19. Kemeny J., Snell L., Mathematical Models in the Social Sciences. Ginn, Boston 1960.
20. Lansdowne Z.F., Ordinal Ranking Methods for Multicriterion Decision Making. Naval Research Logistics (NRL) 1996, vol. 43(5).
21. Lu Y., He Y., A Dynamic Programming Approach to the Rank Aggregation Problem. UKSim-AMSS 16th International Conference on Computer Modelling and Simulation 2141.
22. Munda G., Social Multi-Criteria Evaluation for a Sustainable Economy. Springer-Verlag 2008.
23. Saari D.G., Merlin V.R., A Geometric Examination of Kemeny's Rule. Social Choice and Welfare 2000, vol. 17.
24. Slater P., Inconsistencies in a schedule of paired comparisons, Biometrika 1961, vol. 48.
25. Thiruchelvam S., Tookey J.E., Evolving Trends of Supplier Selection Criteria and Methods. International. Journal of Automotive and Mechanical Engineering (IJAME) 2011, vol. 4.
26. Trzaskalik T., Wielokryterialne wspomaganie decyzji. Przegląd metod i zastosowań. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie 2014, nr 74(1921).
27. Young H.P., Extending Condorcet's Rule. Journal of Economic Theory 1977, vol. 16.

USING THE CONDORCET APPROACH FOR SUPPLIER SELECTION

Abstract

Right choice of building materials supplier may have critical impact on realization of the project, it has influence on the cost, duration, and quality. Selection of the best supplier can be defined as MCDM problem of choosing a proper offer from set of alternatives evaluated by using set of criteria. Decision maker should determine the criteria as objective and measurable. List of subcriteria and standardization method should be transparent, which is handful for the supplier during offer preparation and reduces potential conflicts. Significance of decision making problem is presented by large amount of theories and methods developed for solving MCDM problems and number of criteria considered in these problems. A Condorcet method (formulated over two centuries ago) is commonly accepted for democratic (majority of criteria determines the winner) and fair election – a Condorcet winner is the alternative which is preferred in all pair-wise comparisons. According to social choice theory where a Condorcet winner cannot be obtained from a set of alternatives, the best solution is close to being a Condorcet winner. The paper presents methods of selection the best alternative that is as close as possible to being a Condorcet winner and contains examples of a supplier selection using only ordinal scales of evaluation of alternatives. Ordinal ranking methods require only orders for criteria of the alternatives.

Autor:
Biruk Sławomir - Politechnika Lubelska, Wydział Budownictwa i Architektury, ul. Nadbystrzycka 40, 20-618 Lublin, Tel: + 48 81 5384447