

Marta POMIETLORZ-LOSKA¹

Opiekun naukowy: Jacek POSTROŻNY²

WIELOKRYTERIALNA OCENA I WYBÓR OPTIMALNEGO USŁUGODAWCY LOGISTYCZNEGO

Streszczenie: Praca przedstawia implementację zmodyfikowanej metody Yagera w procesie decyzyjnym oceny i wyboru operatora logistycznego. W metodzie analizowano pięć wariantów z uwzględnieniem pięciu kryteriów o charakterze deterministycznym. Wiedza i doświadczenie zawodowe trzech ekspertów stanowiły podstawę do określenia ważności kryteriów. W rezultacie wybrano ofertę, która w najlepszym stopniu spełniała oczekiwania przedsiębiorstwa.

Słowa kluczowe: wielokryterialne wspomaganie decyzji, optymalna jakość usługi

MULTICRITERIAL ASSESSMENT AND SELECTION OF THE OPTIMUM LOGISTIC SERVICE PROVIDER

Summary: The paper presents the implementation of the modified Yager method in the decision-making process of the assessment and selection of a logistics operator. The method analyzed five variants, taking into account five deterministic criteria. The knowledge and professional experience of three experts formed the basis for determining the validity of the criteria. As a result, the offer that best met the company's expectations was selected.

Keywords: multicriteria decision support, optimal quality of service

1. Wprowadzenie

Współczesne uwarunkowania rynkowe związane ze stale rosnącym poziomem konkurencji w wymiarze globalnym skłaniają wielu decydentów do korzystania z narzędzi wspomagających podejmowanie decyzji ekonomicznie uzasadnionych. Ponadto presja oczekiwań ze strony kontrahentów współtworzących łańcuchy dostaw jest czynnikiem, który coraz częściej generuje potrzebę korzystania z algorytmów

¹Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, specjalność: inżynieria produkcji, email: mpomietlorz@ath.bielsko.pl

² dr inż., Małopolska Uczelnia Państwowa im. rotmistrza Witolda Pileckiego w Oświęcimiu, Instytut Zarządzania i Inżynierii Produkcji, e-mail: jacek.postrozny@dydaktyk.uczelniaoswiecim.edu.pl

stwarzających możliwość wyboru rozwiązania najlepszego spośród rozwiązań wstępnie wyselekcjonowanych (dopuszczalnych). Biorąc ponadto pod uwagę wieloaspektowość i stopień złożoności otoczenia organizacji na znaczeniu zyskują metody ilościowe, bazujące na wielokryterialnym wspomaganie decyzji oraz uwzględniające różnego rodzaju kryteria. Odwołując się do szeregu opracowań, w których opisano algorytmy wspomagające ocenę i wybór wariantu najbardziej preferowanego, należy wyszczególnić kryteria o charakterze:

- punktowym [9],
- rozmytym [6],
- deterministycznym i rozmytym [11],
- deterministycznym, probabilistycznym i rozmytym [10].

Przemysł spożywczy oferujący tzw. produkty szybkozbywalne stanowi gałąź gospodarowania, w której szczególnie istotną rolę odgrywa logistyka dystrybucji zorganizowana w sposób sprawny i efektywny. Zauważalny jest trend, objawiający się stale rosnącą liczbą przedsiębiorstw zainteresowanych outsourcingiem w zakresie działań związanych z organizacją procesu transportowo-spedycyjnego. Konsekwencją tego zjawiska jest ciągłe doskonalenie usług oferowanych przez wyspecjalizowane przedsiębiorstwa (operatorów logistycznych). W ten sposób powstaje problem optymalnego wyboru usługodawcy logistycznego, spełniającego kryteria wynikające ze specyfiki przedsiębiorstwa oraz branży w jakiej ono funkcjonuje.

Celem pracy jest prezentacja metody pozwalającej na ocenę i wybór oferty współpracy z usługodawcą zewnętrznym. Modyfikacja metody Yagera pozwala na przyjęcie kryteriów deterministycznych, które stanowią podstawę merytoryczną oceny dostawców i usługodawców w przykładowym przedsiębiorstwie.

2. Algorytm wyboru wariantu optymalnego (zmodyfikowana metoda Yagera)

Danymi wyjściowymi w zmodyfikowanej metodzie Yagera są [8,9]:

- liczba kryteriów m ,
- liczba ofert przedłożonych przez potencjalnych usługodawców n ,
- elementy macierzy ważności poszczególnych kryteriów $\mathbf{B} = [b_{ij}]$,
- elementy tablicy $C = [c_{ij}]$, będące unormowanymi ocenami punktowymi i -tego wariantu według j -tego kryterium.

Niech A oznacza zbiór wariantów dopuszczalnych (ofert przedłożonych przez operatorów logistycznych) po wstępnej weryfikacji:

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\} \quad (1)$$

oraz $K^{(d)}$ będzie zbiorem kryteriów o charakterze deterministycznym:

$$K^{(d)} = \{k_1^{(d)}, k_2^{(d)}, \dots, k_m^{(d)}\}. \quad (2)$$

Następnie tworzy się macierz ważności poszczególnych kryteriów \mathbf{B} :

$$\mathbf{B} = [b_{ij}], \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, m. \quad (3)$$

Macierz **B** tworzy się metodą Saaty'ego [4,5], polegającą na porównywaniu kolejnych par kryteriów. Poszczególne wartości b_{ij} tej macierzy przyjmuje się następująco [1,2]:

$b_{ij} = 1$, gdy k_i i k_j są równie ważne,

$b_{ij} = 3$, gdy k_i jest nieco ważniejsze niż k_j ,

$b_{ij} = 5$, gdy k_i jest dużo ważniejsze niż k_j ,

$b_{ij} = 7$, gdy k_i jest wyraźnie ważniejsze niż k_j ,

$b_{ij} = 9$, gdy k_i jest absolutnie ważniejsze niż k_j ,

$b_{ij} = 2, 4, 6, 8$ – wartości pośrednie między powyższymi sytuacjami.

Ponadto, przyjmuje się, że $b_{ji} = 1/b_{ij}$ oraz dla $i = j$ wartość $b_{ij} = 1$. W przypadku kilku ekspertów tworzenie macierzy ważności kryteriów **B** przebiega następująco:

- każdy z ekspertów tworzy macierz **B** indywidualnie,
- z otrzymanych macierzy, zwanych cząstkowymi, tworzy się jedną, zbiorczą macierz ważności kryteriów (dowolny wyraz macierzy zbiorczej nad główną przekątną oblicza się jako średnią arytmetyczną z odpowiednich wyrazów macierzy cząstkowych, natomiast wyrazy pod główną przekątną stanowią odwrotność odpowiadających im wyrazów znajdujących się nad główną przekątną macierzy).

Ponieważ macierz ważności kryteriów powstaje na zasadzie porównywania kolejnych par kryteriów, wynika stąd, że macierz ta jest macierzą kwadratową, o wymiarze równym liczbie przyjętych kryteriów. Macierz ta powinna spełniać, choćby w przybliżeniu, warunek konsystencji [3]:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - m}{m - 1} \leq 0,1 \quad (4)$$

gdzie: λ_{\max} – skalar oznaczający maksymalną wartość własną macierzy **B**; m – liczba kryteriów (rzęd macierzy **B**). Z metody Saaty'ego [4,5] wynika, że zadowalające spełnienie warunku konsystencji $CI \leq 0,1$ zapewnia wystarczającą adekwatność tej metody, w której występują wartości i wektory własne macierzy **B**.

Kolejnym krokiem właściwej fazy poszukiwania najkorzystniejszej oferty usługodawcy logistycznego jest wyznaczenie wektora własnego **Y**, który spełnia następujące równanie macierzowe:

$$\mathbf{B} \cdot \mathbf{Y} = \lambda_{\max} \cdot \mathbf{Y} \quad (5)$$

gdzie: **Y** – wektor własny, który w powyższym równaniu stanowi macierz kolumnową. Poszukiwany jest zatem wektor, dla którego równanie (5) jest spełnione dla możliwie największej wartości liczby $\lambda = \lambda_{\max}$. Szukany wektor ma tyle współrzędnych, ile jest kryteriów. Współrzędne te muszą dodatkowo spełniać warunek, aby ich suma była równa liczbie przyjętych kryteriów:

$$\sum_{j=1}^m y_j = m \quad (6)$$

gdzie: y_j – j -ta współrzędna wektora własnego **Y**. Współrzędne wektora własnego są również wagami poszczególnych kryteriów i oznaczone literami: w_1, w_2, \dots, w_m . Każda z tych wag wyraża ważność odpowiadającego jej kryterium, przy czym im większa wartość j -tej wagi, tym większa ważność j -tego kryterium.

Określenie wartości ocen unormowanych c_{ij} w zmodyfikowanej metodzie Yagera [3, 7] odbywa się po uprzedniej normalizacji oraz przekształceniu wartości kryteriów deterministycznych k_{ij}^d , względem których dokonuje się oceny wariantów dopuszczalnych. Normalizacja ocen deterministycznych k_{ij}^d , określonych w

specyfikacji oferentów, polega na sprowadzeniu ich wartości do przedziału $(0,1; 0,9)$, w oparciu o następującą zależność:

$$c_{ij}^* = 0,1 + \frac{k_{ij}^d - \min_{1 \leq i \leq n} (k_{ij}^d)}{[\max_{1 \leq i \leq n} (k_{ij}^d) - \min_{1 \leq i \leq n} (k_{ij}^d)]^{1,25}} \quad (7)$$

gdzie: k_{ij}^d – wartości kryteriów rozpatrywanych wariantów względem poszczególnych kryteriów, $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$; n – liczba wariantów; m – liczba kryteriów. Następnie znormalizowane oceny c_{ij}^* przekształca się, w zależności od sposobu optymalizacji, tj. od tego, czy dane kryterium ma być minimalizowane, czy maksymalizowane:

$$c_{ij} = (1 - \mathbf{k}_{rj})(1 - c_{ij}^*) + \mathbf{k}_{rj}c_{ij}^* \quad (8)$$

dla $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$; gdzie: \mathbf{k}_{rj} – wektor o współrzędnych 0 bądź 1 dla $j = 1, 2, \dots, m$. Jeżeli $\mathbf{k}_{rj} = 1$, wariantem najlepszym jest oferta o największej wartości oceny według j -tego kryterium, jeżeli natomiast $\mathbf{k}_{rj} = 0$, wariantem najlepszym jest oferta o najmniejszej wartości oceny według j -tego kryterium.

Następny krok metody Yagera polega na utworzeniu decyzji unormowanych poprzez podniesienie każdej oceny unormowanej do potęgi równej odpowiedniej wadze:

$$d_j = \sum_{i=1}^m c_{ij}^{w_j}. \quad (9)$$

Ostatni etap metody polega na utworzeniu optymalnego uszeregowania wariantów ze względu na kryteria przyjęte do oceny, na podstawie którego wybiera się najkorzystniejszą ofertę, czyli wariant, który w najlepszym stopniu spełnia wszystkie kryteria przyjęte do oceny (tabela 1).

Tabela 1. Optymalne uszeregowanie wariantów ze względu na kryteria przyjęte do oceny

		Oferty (warianty)				
		a_1	a_2	a_3	...	a_n
D_i		D_1	D_2	D_3	...	D_n

Uszeregowanie optymalne jest decyzją typu minimum. Składnikiem j -tym uszeregowania optymalnego jest najmniejszy j -ty składnik poszczególnych decyzji d_1, d_2, \dots, d_m :

$$D_i = \min_j d_j. \quad (10)$$

Ofertą najbardziej preferowaną jest wariant, któremu odpowiada największy składnik decyzji optymalnej:

$$a_{opt} = \max_i D_i. \quad (11)$$

3. Przykład oceny i wyboru optymalnego usługodawcy logistycznego

Realizacja działań z zakresu logistyki dystrybucji produktów spożywczych często napotyka na różnego rodzaju problemy. W szczególności, gdy przedmiotem dostaw są produkty świeże o krótkim terminie przydatności do spożycia, właściwa realizacja procesu transportowo-spedycyjnego staje się priorytetem. Ponadto jednym z kluczowych czynników decydujących o utrzymaniu wymaganego poziomu jakości produktów trafiających w ręce finalnych nabywców jest konieczność wdrożenia i przestrzegania podczas transportu stosownych procedur gwarantujących zachowanie ciągłości tzw. łańcucha chłodniczego.

W ramach etapu wstępnego sformułowano wymogi w formie zapytań ofertowych skierowanych zarówno do obecnych, jak i potencjalnych usługodawców. W rezultacie procedowaniu poddano oferty, w których operatorzy logistyczni zadeklarowali gotowość do świadczenia usług na zdefiniowanych zasadach, wśród których najistotniejsze to:

- struktura dostaw: przesyłki drobnicowe (również tzw. półpalety),
- zasięg terytorialny: dowolna lokalizacja na terenie Polski,
- czas realizacji dostaw: w ciągu 24 godzin od momentu pobrania ładunku z magazynu zleceniodawcy, z zachowaniem ustalonego harmonogramu awizacji dostaw,
- flota transportowa: wymagane pojazdy o dopuszczalnej masie całkowitej do 3,5 tony, wyposażone w windy załadowczo-wyładowcze,
- stosowanie reguł definiowanych przez system HACCP (łącznie z obowiązkiem posiadania sprawnego urządzenia rejestrującego temperaturę w przestrzeni ładunkowej pojazdu),
- dysponowanie platformą informatyczną, umożliwiającą składanie zleceń on-line.

W wyniku wstępnej selekcji otrzymanych ofert, do kolejnego etapu zakwalifikowano pięciu oferentów, ustalając w ten sposób postać zbioru wariantów dopuszczalnych (tabela 2).

Tabela 2. Zestawienie ofert przedłożonych przez potencjalnych usługodawców

Wyszczególnienie (kryterium oceny)	Nr oferty				
	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
Koszt realizacji usługi (do dowolnego odbiorcy na terenie Polski), zł/pjł*	150	119	169	139	148
Termin płatności za zrealizowane usługi (zgodnie z zapisami umowy), dni	45	30	60	35	60
Średni wiek floty transportowej (na podstawie szczegółowej dokumentacji), lata	6	9	5	10	7
Doświadczenie oferenta na rynku TSL (poparte referencjami), lata	9	6	15	12	12

*pjł – paletowa jednostka ładunkowa (1 paleta euro)

Do oceny i wyboru wariantu najlepszego (optymalnego) ze zbioru wariantów dopuszczalnych zastosowano zmodyfikowaną metodę Yagera. Ocena ważności kryteriów powierzono trzem powołanym ekspertom, zatrudnionym w przedsiębiorstwie. Ekspert pierwszy (e_1) był Kierownikiem Działu Logistyki,

ekspert drugi (e_2) – Dyrektorem Handlowym, zaś ekspert trzeci (e_3) – Głównym Specjalistą odpowiedzialnym za ekonomikę produkcji. Rezultatem ustaleń pomiędzy ekspertami było przyjęcie kryteriów oceny ofert:

- k_1 – koszt realizacji usługi, zł/pjł;
- k_2 – termin płatności za zrealizowane usługi, dni;
- k_3 – średni wiek floty transportowej, lata;
- k_4 – doświadczenie oferenta na rynku TSL, lata.

Oceny ważności kryteriów podane przez każdego z ekspertów oraz powstała w ten sposób zbiorczą macierz ważności kryteriów **B** przedstawia tabela 2.

Tabela 2. Macierze ważności kryteriów utworzone przez ekspertów oraz zbiorcza macierz ważności kryteriów

		e_1				e_2					
		k_1	k_2	k_3	k_4	k_1	k_2	k_3	k_4		
k_1		1	3	7	5	k_1		1	4	3	7
k_2		1/3	1	1/3	7	k_2		1/4	1	5	4
k_3		1/7	3	1	2	k_3		1/3	1/5	1	3
k_4		1/5	1/7	1/2	1	k_4		1/7	1/4	1/3	1

		e_3				B					
		k_1	k_2	k_3	k_4	k_1	k_2	k_3	k_4		
k_1		1	1	6	7	k_1		1,0000	2,6667	5,3333	6,3333
k_2		1	1	6	7	k_2		0,3750	1,0000	3,7778	6,0000
k_3		1/6	1/6	1	2	k_3		0,1875	0,2647	1,0000	2,3333
k_4		1/7	1/7	1/2	1	k_4		0,1579	0,1667	0,4286	1,0000

W następnym kroku obliczono wartości własne zbiorczej macierzy ważności kryteriów **B**, przyrównując jej wyznacznik do zera i rozwiązując równanie stopnia $n = 4$ względem λ :

$$\begin{vmatrix} 1,0000 - \lambda & 2,6667 & 5,3333 & 6,3333 \\ 0,3750 & 1,0000 - \lambda & 3,7778 & 6,0000 \\ 0,1875 & 0,2647 & 1,0000 - \lambda & 2,3333 \\ 0,1579 & 0,1667 & 0,4286 & 1,0000 - \lambda \end{vmatrix} = 0 \quad (12)$$

Rozwiązanie równania (12) stanowią wartości własne λ macierzy **B**: 4,1180; -0,0176 - 0,6953i; -0,0176 + 0,6953i; -0,0830. Zatem szukana maksymalna wartość własna macierzy **B** wyniosła: $\lambda_{\max} = 4,1180$, z czego wynikało spełnienie warunku konsystencji (4), ponieważ $CI = 0,0393 < 0,1$.

Następnie wyznaczono współrzędne wektora własnego **Y** dla λ_{\max} , uwzględniając warunek (5) oraz rozwiązując układ równań:

$$\begin{cases} (1 - 4,1180)y_1 + 2,6667y_2 + 5,3333y_3 + 6,3333y_4 = 0 \\ 0,3750y_1 + (1 - 4,1180)y_2 + 3,7778y_3 + 6,0000y_4 = 0 \\ 0,1875y_1 + 0,2647y_2 + (1 - 4,1180)y_3 + 2,3333y_4 = 0 \\ 0,1579y_1 + 0,1667y_2 + 0,4286y_3 + (1 - 4,1180)y_4 = 0 \end{cases} \quad (13)$$

W wyniku rozwiązania układu równań (13) otrzymano wartości: $y_1 = 2,1753$; $y_2 = 1,1918$; $y_3 = 0,4036$; $y_4 = 0,2293$, które traktowano w dalszych obliczeniach jako wagi poszczególnych kryteriów.

W celu znalezienia wartości ocen unormowanych c_{ij} najpierw dokonano normalizacji wartości ocen deterministycznych (podanych w tabeli 2) do przedziału $\langle 0,1; 0,9 \rangle$, korzystając ze wzoru (7), a następnie ich przekształcenia zgodnie ze wzorem (8). W rozpatrywanym przykładzie koszt realizacji usługi oraz średni wiek floty transportowej były kryteriami minimalizowanymi (dla których $k_{rj} = 0$), natomiast termin płatności za zrealizowane usługi oraz doświadczenie oferenta na rynku TSL były kryteriami maksymalizowanymi ($k_{rj} = 1$). W rezultacie opracowano tablicę ocen unormowanych dla poszczególnych kryteriów i każdej rozpatrywanej propozycji (wariantu) przedłożonej przez oferenta (tabela 3).

Tabela 3. Wartości ocen unormowanych po normalizacji oraz przekształceniu, w zależności od sposobu optymalizacji

		Oferty (warianty)				
		a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
Kryteria	k_1	0,4040	0,9000	0,1000	0,5800	0,4360
	k_2	0,5000	0,1000	0,9000	0,2333	0,9000
	k_3	0,7400	0,2600	0,9000	0,1000	0,5800
	k_4	0,3667	0,1000	0,9000	0,6333	0,6333

Następny etap metody polegał na utworzeniu decyzji unormowanych przez podniesienie każdej oceny unormowanej do potęgi równej odpowiedniej wadze, zgodnie ze wzorem (9). Wartości decyzji unormowanych dla każdego z wariantów ze względu na poszczególne kryteria przedstawia tabela 4.

Tabela 4. Wartości decyzji unormowanych

		Oferty (warianty)				
		a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
Decyzje	d_1	0,1392	0,7952	0,0067	0,3058	0,1644
	d_2	0,4378	0,0643	0,8820	0,1765	0,8820
	d_3	0,8856	0,5806	0,9584	0,3948	0,8026
	d_4	0,7945	0,5897	0,9761	0,9005	0,9005

W ramach ostatniego etapu zmodyfikowanej metody Yagera ustalono uszeregowanie optymalne, na podstawie którego wybrano najlepszą ofertę świadczenia usług transportowo-spedycyjnych, czyli taką, która najlepiej spełniała wszystkie kryteria przyjęte do oceny. Zgodnie ze wzorem (10), z zastosowanej metodzie uszeregowanie optymalne ma charakter decyzji minimum, co zilustrowano w tabeli 5.

Tabela 4. Uszeregowanie optymalne ofert

		Oferty (warianty)				
		a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
D_i		0,1392	0,0643	0,0067	0,1765	0,1644

Korzystając z zależności (11) wybrano wariant optymalny, czyli ofertę a_4 , ponieważ odpowiadała jej maksymalna wartość uszeregowania równa 0,1765. Na podstawie najlepszej oferty współpracy z usługodawcą logistycznym obowiązywały zapisy w umowie, zgodnie z którymi koszt realizacji usługi ustalono na poziomie 139 zł/pjł, przy obowiązującym terminie płatności za prawidłową realizację usług wynoszącym 35 dni. Wybrany usługodawca dysponował 10-letnią flotą pojazdów, jednocześnie dokumentując 12-letnie doświadczenie związane z realizacją usług transportowo-spedycyjnych.

4. Podsumowanie

Przedstawiony algorytm oceny i wyboru optymalnej oferty współpracy stanowi przykład rzeczywistej implementacji jednej z metod ilościowych w procesie decyzyjnym związanym z poprawą efektywności działań przedsiębiorstwa w sferze zewnętrznego łańcucha dostaw. W zmodyfikowanej metodzie Yagera kluczowe znaczenie ma wiedza ekspertów powołanych do oceny kryteriów. Uzupełnieniem zaprezentowanego podejścia byłaby procedura, w której należałoby wziąć pod uwagę kryteria o charakterze: deterministycznym, rozmytym oraz probabilistyczno-statystycznym. W ten sposób można byłoby uzyskać informację na temat spełnienia oczekiwań odbiorcy w sytuacji, gdy organizację procesu transportowo-spedycyjnego powierzono usługodawcy zewnętrznemu.

LITERATURA

1. KACPRZYK J.: Zbiory rozmyte w analizie systemowej. PWN, Warszawa 1986.
2. PŁONKA S.: Metody oceny i wyboru optymalnej struktury procesu technologicznego. Rozprawy Naukowe 48. Budowa i Eksploatacja Maszyn 31. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej Filia w Bielsku-Białej, Bielsko-Biała 1998.
3. PŁONKA S.: Wielokryterialna optymalizacja procesów wytwarzania części maszyn. PWN, Warszawa 2017.
4. SAATY T.L.: The Analytic Hierarchy Processes. McGraw-Hill, New York 1980.
5. SAATY T.L.: Decisions Making with Dependence and Feedback. The Analytic Network Process. RWS Publications, Pittsburgh 2001, PA.
6. BAAS S.M., KWAKERNAAK H.: Rating and Ranking of Multiple-Aspect Alternatives Using Fuzzy Sets. *Automatica*, 13(1997), 47-58.
7. PŁONKA S., DROBINA R., JĘDRZEJCZYK D., POSTROŻNY J.: Selection of Optimal Thermochemical Treatment of Steel Guides of Yarn. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 6(2019), 27-33.
8. YAGER R.R.: Multiple Objective Decision – Machining Using Fuzzy Sets. *International Journal on Man – Machines Studies*, 9(1977), 375-382.
9. YAGER R.R.: Fuzzy Decision Making Including Unequal Objectives. *Fuzzy Sets and Systems*, 1(1978), 87-95.
10. KNOSALA R., PŁONKA S.: Objektivierung der Bewertung bei technischer Produktionsvorbereitung. Proc. Inter. Conf. on Computer Integrated Manufacturing, Zakopane 1994, 51-77.
11. PŁONKA S., POSTROŻNY J.: Wybór optymalnego pakowania żywności z zastosowaniem logiki rozmytej. *Mat. XXIII Kraj. Konf. nt. Polioptymalizacja i Komputerowe Wspomaganie Projektowania*. Mielno 2005, 163-171.