

Marek Kośny, Piotr Peternek

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

MODELOWANIE PREFERENCJI NA PRZYKŁADZIE PRZYDZIAŁU STUDENTÓW DO GRUP ADMINISTRACYJNYCH

Streszczenie: Teoria grupowego podejmowania decyzji nie pozwala na jednoznaczne sformułowanie sposobu, w jaki należy podejmować decyzje, gdy w proces decyzyjny zaangażowana jest grupa osób o odmiennych preferencjach. W literaturze przedmiotu brak jest przede wszystkim jednoznacznego rozstrzygnięcia w zakresie wyboru sposobu agregacji preferencji indywidualnych. Celem niniejszego artykułu jest prezentacja wybranych sposobów dokonywania wyboru grupowego oraz porównanie wyników uzyskanych różnymi metodami. Jako przykład ilustrujący zdecydowano przyjąć zagadnienie wyboru specjalności oraz przydziału studentów do grup specjalizacyjnych. Analiza tego problemu prowadzona jest dla różnych możliwych sformułowań funkcji agregującej oraz różnych sposobów deklarowania preferencji przez poszczególnych studentów.

Słowa kluczowe: wybór społeczny, agregacja preferencji, modele optymalizacyjne, symulacje

1. Wstęp

Jednym z podstawowych powodów, dla którego w wybór społeczny zaangażowani są bezpośrednio członkowie społeczności, której dotyczą wyniki podejmowanych decyzji, jest maksymalizacja satysfakcji wyborców. We współczesnym świecie powszechnie stosuje się różnego rodzaju demokratyczne procedury wyboru, a prawo do współdecydowania jest przyznawane członkom zarówno niewielkich społeczności, jak i wspólnot państwowych. Powszechny udział w wyborach nie jest jednak warunkiem wystarczającym do maksymalizacji satysfakcji wyborców – podstawowe znaczenie ma bowiem określenie procedury podejmowania decyzji.

Ze względu na złożoność zagadnienia nie udało się, jak dotąd, zdefiniować procedury, która gwarantowałaby podjęcie najlepszej decyzji w każdych warunkach (por. np. praca [Arrow 1963] oraz dyskusja, jaką wywołała). Bardzo często możliwe jest natomiast odnalezienie rozwiązania najlepszego (lub przynajmniej satysfakcjonującego) w określonych sytuacjach. Wymaga to oczywiście przyjęcia szeregu założeń – m.in. co do sposobu definiowania preferencji oraz ich agregacji.

W tym kontekście przedmiotem niniejszego artykułu jest analiza zagadnienia grupowego podejmowania decyzji na przykładzie decyzji o wyborze specjalności, podejmowanej przez studentów w trakcie studiów. Obecnie obowiązujące na Uniwersytecie Ekonomicznym we Wrocławiu reguły tego wyboru powodują, że jest on podatny na manipulacje i nie gwarantuje odpowiedniego poziomu uwzględnienia oczekiwań studentów. Dlatego w kolejnych punktach przedstawiono procedurę stosowaną obecnie, a także zaprezentowano alternatywne sposoby definiowania preferencji oraz ich agregacji. Rozważania zilustrowano prezentacją rozwiązań dla kilku przykładowych zbiorów danych o preferencjach studentów.

2. Wybór specjalności przez studentów

Wybór specjalności dokonywany jest przez studentów na pierwszym roku studiów. Studenci Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu mają możliwość wskazania wyłącznie jednej specjalności spośród kilku oferowanych na danym kierunku (regulamin studiów nie precyzuje, co stanie się ze studentami wybierającymi specjalność, która nie zostanie otwarta). Uruchamiane są specjalności najbardziej popularne wśród studentów, a warunkiem koniecznym, który musi zostać spełniony, jest minimalna liczba studentów na specjalności (obecnie 20 osób).

Z obserwacji autorów wynika, że system ten nie gwarantuje maksymalizacji zadowolenia studentów. Jednocześnie obecny system jest podatny na manipulowanie wynikami przez uczestników procesu decyzyjnego. Aktywnie działające grupy studentów mają bowiem możliwość wytworzenia wśród innych studentów przekonania, że określone specjalności nie mają szans na otwarcie. W skrajnej sytuacji mogą w ten sposób spowodować otwarcie specjalności, która w sytuacji niezmanipulowanej nie zostałaby otwarta.

Zasadniczym powodem – w opinii autorów – takiego stanu rzeczy jest sposób gromadzenia informacji o preferencjach poszczególnych studentów względem proponowanych na danym kierunku specjalności. Studenci – mając możliwość wskazania wyłącznie jednej specjalności – często decydują się na głosowanie strategiczne. Pośrednim dowodem na prawdziwość tej hipotezy są wyniki głosowań, w których studenci wskazują prawie wyłącznie specjalności, które faktycznie zostają później uruchomione. Prowadzi to do sytuacji, w której zgromadzone przez dziekanat informacje jedynie częściowo odzwierciedlają rzeczywiste oczekiwania studentów.

Z tego względu podstawowym elementem, który musiałby zostać zmodyfikowany w celu poprawy funkcjonowania systemu wyboru specjalności, jest sposób deklarowania preferencji przez studentów – przykłady możliwych modyfikacji przedstawione zostały w kolejnym punkcie. Zmiana sposobu deklarowania preferencji w odniesieniu do specjalności pozwala jednak jednocześnie na rozszerzenie zestawu możliwych do zastosowania kryteriów wyboru otwieranych specjalności i przypisywania do nich studentów. W istniejącym systemie jedynie możliwy był

wybór metodą większości pierwszeństwa, a studentów przypisywano do specjalności zgodnie z zadeklarowanymi – nie zawsze prawdziwymi – wyborami. W sytuacji, gdy studenci uzyskują możliwość wskazania więcej niż jednej specjalności (zwłaszcza określenia relacji preferencji na całym zbiorze specjalności), rozszerzeniu ulega również lista możliwych sposobów agregowania preferencji indywidualnych.

3. Preferencje indywidualne oraz ich agregacja

Relacja preferencji i -tego studenta będzie reprezentowana w postaci wektora $\mathbf{p}_i = [p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{iJ}]$, gdzie $0 \leq p_{ij} \leq 1$ oraz $\forall_{i \in \{1, \dots, I\}} \sum_{j=1}^J p_{ij} = 1$, natomiast I oznacza liczbę studentów, a J liczbę oferowanych specjalności. Macierz preferencji \mathbf{P} ,

obejmująca wszystkich studentów, zostanie zdefiniowana jako $\mathbf{P} = \begin{bmatrix} \mathbf{p}_1 \\ \vdots \\ \mathbf{p}_I \end{bmatrix}$.

W dalszych analizach przyjęte zostały trzy sposoby deklarowania przez studentów relacji preferencji na zbiorze specjalności oferowanych na danym kierunku:

1. Wskazanie najlepszej – z punktu widzenia studenta – specjalności. Wartość p dla wybranej specjalności przyjmuje wtedy wartość 1, natomiast dla wszystkich pozostałych specjalności – wartość zero.

2. Wskazanie i uporządkowanie trzech najbardziej preferowanych specjalności. Student może przypisać wartości p poszczególnym specjalnościom samodzielnie lub wskazać kolejność najbardziej preferowanych specjalności. W dalszych analizach zostanie przyjęty drugi z wymienionych wariantów, a trzem wskazanym specjalnościom (od najbardziej preferowanej) przypisane zostaną arbitralnie wartości p równe odpowiednio 0,6, 0,3 oraz 0,1. Pozostałym specjalnościom przypisana zostanie wartość zero.

3. Określenie relacji preferencji na całym zbiorze specjalności. Podobnie jak w sposobie 2 student ma możliwość bezpośredniego określenia wartości p dla każdej ze specjalności lub zdefiniowania ich kolejności. W dalszych analizach przyjęto, że student będzie definiował wartości p bezpośrednio.

Wybór specjalności, które mają zostać uruchomione, wymaga określenia postaci funkcji agregujących preferencje indywidualne. Wartości tych funkcji mogą być interpretowane w kontekście satysfakcji (dobrobytu) studentów.

Najbardziej intuicyjna funkcja tego typu przyjmuje postać:

$$Z = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J p_{ij} x_{ij} \rightarrow \max \quad (1)$$

gdzie x_{ij} oznaczają zmienne binarne, spełniające warunek $\forall_{i \in \{1, \dots, I\}} \sum_{j=1}^J x_{ij} = 1$. Wartość

zmiennej x_{ij} równa 1 oznacza, że i -ty student został przypisany do j -tej specjalności, natomiast wartość zero, że j -ta specjalność nie została uruchomiona lub i -ty student nie został do niej przypisany. Postać funkcji agregującej, dana wzorem (1), stanowi odpowiednik utylitarystycznej funkcji dobrobytu społecznego (por. np. [Dobrobyt... 2004]). Zakłada ona równość wszystkich studentów oraz pełną porównywalność ich preferencji indywidualnych.

Alternatywne formuły agregacji, opisane wzorami (2) oraz (3), zostały skonstruowane odpowiednio na podstawie miar wariancji oraz nierówności:

$$Z = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I \left(\sum_{j=1}^J p_{ij} x_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J p_{ij} x_{ij}}{I} \right)^2 \rightarrow \min \quad (2)$$

$$Z = 1 - \frac{I}{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J p_{ij} x_{ij}} \left(\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I \left(\sum_{j=1}^J p_{ij} x_{ij} \right)^{1-\varepsilon} \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \rightarrow \min \quad (3)$$

gdzie ε oznacza awersję do nierówności, $\varepsilon \geq 0$ i $\varepsilon \neq 1$. Minimalizacja wariancji lub nierówności prowadzi zasadniczo do ograniczenia zróżnicowania pomiędzy poziomami satysfakcji osiągniętymi przez poszczególnych studentów. W wypadku miary nierówności – we wzorze (3) za miarę nierówności przyjęto indeks Atkinsona (por. [Atkinson 1970]) – istotne znaczenie w tym zakresie ma parametr ε . Przy braku awersji do nierówności ($\varepsilon = 0$) zróżnicowanie i nierówność w rozkładzie satysfakcji studentów nie są brane pod uwagę, natomiast w sytuacji maksymalnej awersji do nierówności ($\varepsilon \rightarrow \infty$) formuła dana wzorem (3) przyjmuje postać:

$$Z = \min_i \left(\sum_{j=1}^J p_{ij} x_{ij} \right) \rightarrow \max \quad (4)$$

Minimalizacja nierówności prowadzi wtedy do kryterium Rawlsa (por. [Rawls 1994]), postulującego – w wersji jednowymiarowej – maksymalizację satysfakcji najmniej zadowolonego studenta.

Wymienione powyżej formuły wyboru różnią się pomiędzy sobą sposobem deklarowania preferencji przez studentów oraz postacią funkcji agregującej. Aby porównać wyniki uzyskane dla poszczególnych formuł, przyjęto funkcję kryterium oceny postaci:

$$W = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J p_{ij}' x_{ij} \quad (5)$$

gdzie $p_{ij}' = \frac{p_{ij}}{\max_j p_{ij}}$ oznacza preferencje i -tego studenta względem j -tej specjalno-

ści przekształcone liniowo w ten sposób, że wartość p dla najbardziej preferowanej specjalności będzie równa 1 – niezależnie od przyjętego sposobu deklarowania preferencji.

4. Model

Symulacje dotyczące wyboru adekwatnego sposobu przedstawienia preferencji studentów związanych z wyborem grupy specjalizacyjnej rozpoczęto od skonstruowania liniowego modelu matematycznego tego zagadnienia.

Z przedstawionych wcześniej sposobów agregacji preferencji wybrano kryterium (1) oraz kryterium (4). Zbudowano zatem dwa modele, odpowiadające wybranym metodom agregacji preferencji. Należy przy tym zauważyć, że aby osiągnąć liniowość funkcji celu przy korzystaniu z kryterium (4), wprowadzono dodatkową zmienną $z = \min_i \sum_{j=1}^J p_{ij} x_{ij}$ wraz z następującym ograniczeniem:

$\forall i \sum_j p_{ij} x_{ij} \geq z$. Dodatkowo w modelu przyjęto kilka założeń, dotyczących za-

równy liczby studentów, jak i liczby specjalizacji. Pierwszy z warunków wskazywał, że każdy student musi być przypisany tylko do jednej specjalizacji, kolejny narzucał l – minimalną liczbę specjalizacji, jakie mają być otwarte. Ostatnie z założeń wskazywało na minimalną (k_{\min}) i maksymalną (k_{\max}) liczbę studentów, którzy mogą być przypisani do otwieranej specjalizacji, a zatem wskazywało m.in. na minimalną liczbę studentów, która powoduje otwarcie danej specjalizacji. Ograniczenie to determinowało powstanie dodatkowej zależności. Trzeba bowiem zauważyć, że dla każdej specjalizacji liczba studentów do niej przypisanych będzie bądź to równa zero, bądź też będzie należeć do zadeklarowanego przedziału $\langle k_{\min}, k_{\max} \rangle$. Przyjęcie takiego założenia wymagało wprowadzenia kolejnej zmiennej binarnej z_j , określonej w następujący sposób:

$$z_j = \begin{cases} 0 & \text{dla } \sum_{i=1}^I x_{ij} = 0 \\ 1 & \text{dla } k_{\min} \leq \sum_{i=1}^I x_{ij} \leq k_{\max} \end{cases}$$

Zatem pierwszy z modeli, w którym funkcja celu jest tożsama z kryterium użyteczności (1), można przedstawić następująco:

$$\begin{aligned}
 FC_1 &= \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J p_{ij} x_{ij} \rightarrow \max, \\
 \sum_{j=1}^J x_{ij} &= 1 \quad i=1, 2, \dots, I, \\
 \sum_{i=1}^I x_{ij} &\leq k_{\max} z_j \quad j=1, 2, \dots, J, \\
 \sum_{i=1}^I x_{ij} &\geq k_{\min} z_j \quad j=1, 2, \dots, J, \\
 \sum_j z_j &\geq l \quad i=1, 2, \dots, I,
 \end{aligned}$$

gdzie $x_{ij} \in \{0; 1\}$.

Natomiast drugi z modeli, oparty na kryterium Rawlsa (4), można zapisać w postaci:

$$\begin{aligned}
 FC_2 &= z \rightarrow \max, \\
 \sum_{j=1}^J p_{ij} x_{ij} &\geq z \quad i=1, 2, \dots, I, \\
 \sum_{j=1}^J x_{ij} &= 1 \quad i=1, 2, \dots, I, \\
 \sum_{i=1}^I x_{ij} &\leq k_{\max} z_j \quad j=1, 2, \dots, J, \\
 \sum_{i=1}^I x_{ij} &\geq k_{\min} z_j \quad j=1, 2, \dots, J, \\
 \sum_j z_j &\geq l \quad i=1, 2, \dots, I,
 \end{aligned}$$

gdzie $x_{ij} \in \{0; 1\}$.

Przeprowadzając badanie, przyjęto również liczbę studentów $I = 200$ oraz liczbę specjalizacji $J = 10$. Wartości l , k_{\min} oraz k_{\max} będą się zmieniać w zależności od rozpatrywanych sytuacji, przy czym zwykle będą przyjmować wartości: $l = 3$, $k_{\min} = 20$ oraz $k_{\max} = 200$.

5. Wyniki

Przeprowadzenie badania rozpoczęto od weryfikacji podejścia „zero-jedynkowego” a zatem takiego, w którym student wybierał jedną, najbardziej przez siebie preferowaną specjalizację. W celu weryfikacji tego podejścia przygotowano cztery macierze preferencji, a następnie kontrolowano wyniki uzyskane dla tych macierzy. Wyniki poszczególnych symulacji zaprezentowano w tab. 1 i 2. Dla każdego z dwóch prezentowanych modeli liczone wartości obu rozpatrywanych kryteriów.

Pierwsze dwie rozpatrywane sytuacje to takie, w których studenci wybrali tylko dwie specjalizacje (druga i trzecia po 100 studentów). Natomiast warunki przedstawione w modelu wymuszają, by powstały przynajmniej trzy specjalizacje, a minimalna liczba studentów na takiej specjalizacji wynosi $k_{\min} = 15$. W drugiej symulacji wprowadzono dodatkowy warunek: maksymalną liczbę studentów na specjalizacji wynoszącą $k_{\max} = 50$.

Wyniki dla pierwszej symulacji były identyczne dla obu modeli (por. tab. 1). Zatem 185 studentów zostało przypisanych do wybranych przez siebie specjalizacji. Niestety, aż 15 losowo wybranych studentów zostało przypisanych do specjalizacji wybranej przypadkowo (była to specjalizacja 1). W symulacji drugiej wyniki dla obu modeli różniły się między sobą, chociaż obliczona wartość kryterium (4) przyjęła wartość równą zero dla wszystkich dotychczas rozpatrywanych modeli. Jednakże dla modelu użyteczności (FC_1) liczba osób, które trafiły na wybraną specjalizację, wynosi 100. Oznacza to, że tyle samo osób trafiło na przypadkową specjalizację. Warto podkreślić, że stworzono 4 specjalizacje po 50 osób. Model „maksyminowy” (FC_2) dał znacznie gorsze wyniki – tylko 31 studentów trafiło na preferowaną specjalizację, a utworzono aż 5 specjalizacji.

Tabela 1. Wartości kryterium dla obu modeli dla pierwszej symulacji

	Wartość kryterium (1)	Wartość kryterium (4)
Model FC_1	185	0
Model FC_2	185	0

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem systemu Aimms.

Tabela 2. Wartości kryterium dla obu modeli dla drugiej symulacji

	Wartość kryterium (1)	Wartość kryterium (4)
Model FC_1	100	0
Model FC_2	31	0

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem systemu Aimms.

Wyniki uzyskane dla przedstawionych sytuacji zwróciły uwagę na znacznie gorsze rezultaty, uzyskiwane przy wykorzystaniu kryterium (4) jako funkcji celu.

Aby potwierdzić uzyskane rezultaty, przeprowadzono dodatkowo dwie analizy. W pierwszej po 19 studentów wybrało pierwszych 9 specjalizacji, a pozostali wybrali ostatnią specjalizację. Warunki utworzenia specjalizacji to minimalnie 20 studentów, a liczba specjalizacji to co najmniej 3 – zatem $l = 3$ i $k_{\min} = 20$. Wyniki zaprezentowano w tab. 3; są one zgodne z oczekiwaniami, tzn. w modelu FC_1 9 losowo wybranych studentów (spośród wszystkich wybierających ostatnią specjalizację) zostało przeniesionych do pozostałych specjalizacji tak, aby zapewnić otwarcie wszystkich specjalizacji. Zatem 191 studentów trafiło do preferowanej specjalizacji. W ramach modelu FC_2 otworzono jedynie 3 specjalizacje i jednocześnie tylko 38 studentów trafiło na preferowaną przez siebie specjalizację. Podobny rezultat osiągnięto dla sytuacji, w której minimalna liczba studentów, niezbędna do otworzenia specjalizacji, wynosiła $k_{\min} = 21$, a wybór studentów był równomierny – po 20 osób do każdej specjalizacji. Wyniki przedstawione w tab. 4 potwierdzają raz jeszcze osiągnięte wcześniej rezultaty – dla kryterium (1) stworzono 9 specjalizacji, a studenci z losowo wybranej specjalizacji zostali przeniesieni do pozostałych, przypadkowo wybranych specjalizacji tak, by zapewnić minimalną liczbę studentów niezbędną do otwarcia danej grupy. Model z kryterium (4) po raz kolejny wygenerował rozwiązanie, w którym powstały tylko 3 specjalizacje i w którym tylko niewielu studentów (40) trafiło na preferowaną przez siebie specjalizację.

Tabela 3. Wartości kryterium dla obu modeli dla trzeciej symulacji

	Wartość kryterium (1)	Wartość kryterium (4)	Liczba powstałych specjalizacji
Model FC_1	191	0	10
Model FC_2	38	0	3

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem systemu Aimms.

Tabela 4. Wartości kryterium dla obu modeli dla czwartej symulacji

	Wartość kryterium (1)	Wartość kryterium (4)	Liczba powstałych specjalizacji
Model FC_1	180	0	9 specjalizacji
Model FC_2	40	0	3 specjalizacje

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem systemu Aimms.

W świetle przedstawionych rezultatów zasadne wydaje się rozpatrzenie innych możliwości przedstawiania preferencji. Zdecydowano się na wygenerowanie trzech powiązanych ze sobą tablic. Pierwsza z nich obrazowała „pełne” preferencje, czyli preferencje określone na całym zbiorze specjalizacji. Wartości te wygenerowano z rozkładu normalnego i transformowano w taki sposób, aby suma preferencji dla

danego studenta była równa jedności. Druga z wygenerowanych tablic to wskazanie preferencji tylko dla jednej specjalizacji. Tablicę tę uzyskano poprzez zamianę opisywanej wcześniej tablicy „pełnych” preferencji w taki sposób, że wartość 1 została przypisana do najwyższej wartości preferencji dla danego studenta – pozostałe preferencje zamieniono na zera. Ostatnia tablica to zamiana 3 najwyższych wartości preferencji z tablicy „pełnych” preferencji na wartości 0,6, 0,3 0,1. Wygenerowano tablice do przeprowadzenia dwóch badań, przy czym dla drugiego z nich wygenerowano asymetryczne macierze preferencji, tzn. preferowane były początkowe specjalizacje. W obu badaniach założono, że minimalna liczba studentów niezbędna do tego, aby dana specjalizacja została otwarta, wynosi $k_{\min} = 20$, a minimalna liczba specjalizacji to $l = 3$. Rezultaty przeprowadzonych symulacji zaprezentowano w tab. 5 i 6.

Tabela 5. Wyniki symulacji dla 3 powiązanych tablic preferencji

Preferencje dla jednej specjalizacji	Wartość kryterium (1)	Wartość kryterium (4)	Liczba studentów na najbardziej preferowanych specjalizacjach				Wartość funkcji celu po transformacji
			preferencja				
			1	2	3	4	
Model FC_1	185	0	185	-	-	-	185
Model FC_2	50	0	50	-	-	-	
Preferencje na całym zbiorze specjalizacji							
Model FC_1	37	0,12	179	18	3	-	199,95
Model FC_2	33,5	0,12	-	-	-	-	
Preferencje dla 3 specjalizacji							
Model FC_1	115,5	0,3	185	15	-	-	192,5
Model FC_2	107,7	0,3	-	-	-	-	

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem systemu Aimms.

Dla pierwszego badania (por. tab. 5) wyniki, jakie osiągnięto dla modelu wykorzystującego kryterium (4) jako funkcję celu, są zawsze gorsze od wyników dla modelu z kryterium (1). Zatem szczegółowo analizowano jedynie rezultaty dla modelu FC_1 . W celu porównania wyników uzyskanych dla poszczególnych macierzy preferencji dokonano transformacji (5). Łatwo zauważyć (por. tab. 5), że najwyższą wartość funkcji celu osiągnięto w sytuacji, gdy preferencje opisano na całym zbiorze specjalizacji, a najniższą, gdy wskazywano jedną najbardziej preferowaną specjalizację. Należy jednak zwrócić uwagę, że liczba studentów, którzy trafili na najbardziej przez siebie preferowane specjalizacje, wynosi 179 dla macierzy „pełnych” preferencji i aż 185 dla macierzy preferencji określającej 1 lub 3 najbardziej preferowane specjalizacje. Co więcej, dla macierzy z 3 wybranymi spe-

cjałnościami studenci przypisywani byli co najwyżej do drugiej w kolejności preferowanych specjalizacji, podczas gdy dla preferencji określonych na całym zbiorze specjalizacji znalazły się także 3 osoby, które zostały przydzielone do trzeciej w kolejności specjalizacji (z oczywistych powodów analogicznej analizy nie sposób przeprowadzić dla macierzy preferencji z jedną wybraną specjalizacją).

Tabela 6. Wyniki symulacji dla trzech powiązanych asymetrycznych tablic preferencji

Preferencje dla jednej specjalizacji	Wartość kryterium (1)	Wartość kryterium (4)	Liczba studentów na najbardziej preferowanych specjalizacjach				Wartość funkcji celu po transformacji
			preferencja				
			1	2	3	4	
Model FC_1	189	0	189	-	-	-	189
Model FC_2	133	0	133	-	-	-	0
Preferencje na całym zbiorze specjalizacji							
Model FC_1	51,2	0,14	185	12	2	1	198,57
Model FC_2	47,1	0,16	125	55	19	1	0,82
Preferencje dla trzech specjalizacji							
Model FC_1	115,7	0,1	187	11	2	-	192,83
Model FC_2	103,5	0,3	145	55	-	-	0,5

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem systemu Aimms.

Porównywalne wyniki analiz uzyskano dla asymetrycznych tablic preferencji. Znacząca zmiana, jaką zaobserwowano w przeprowadzonej symulacji, była związana z lepszymi wynikami (w sensie wartości funkcji celu), jakie osiągnięto dla modelu FC_2 , czyli modelu wykorzystującego w funkcji celu kryterium (4). Dodatkowo weryfikacja przy użyciu modelu FC_2 nie zmienia wniosków, które pozostają identyczne z wnioskami uzyskanymi z tab. 5. Zatem analiza wyłącznie wartości funkcji celu wskazuje, że najwyższą wartość uzyskuje się w razie określenia preferencji na pełnym zbiorze obiektów, a najniższą, wskazując tylko jeden najbardziej preferowany obiekt. Rozpatrując jednak liczbę osób przypisanych do najbardziej preferowanych specjalizacji (w sensie rankingu), należy wskazać macierz z określonymi trzema wybranymi obiektami, jako mogącą zapewnić najlepszy rezultat.

6. Podsumowanie

Przedstawione wyniki wskazują, że określenie preferencji na pełnym zbiorze specjalizacji gwarantuje osiągnięcie najwyższych wartości funkcji celu. Jednakże taki

sposób definiowania preferencji nie gwarantuje przypisania możliwie największej liczby studentów do najbardziej preferowanych specjalności. W dodatku sposób ten jest dość trudny do implementacji w rzeczywistości. Rozsądnym kompromisem, stosunkowo łatwym do zastosowania w praktyce, jest zatem wskazywanie przez studentów trzech najbardziej preferowanych specjalizacji.

Wydaje się także, że należałoby rozszerzyć przeprowadzone badania o inne prezentowane w pracy kryteria agregujące preferencje, a także rozpatrzeć inne wartości dla 3 najwyższych preferencji oraz rozważyć inne niż liniowa transformacje preferencji.

Literatura

Arrow K.J., *Social Choice and Individual Values*, 2nd ed., Yale University Press, New Haven and London 1963.

Atkinson A.B., *On the measurement of inequality*, "Journal of Economic Theory" 1970 no 2, s. 244-263.

Dobrobyt społeczny, nierówności i sprawiedliwość dystrybucyjna, red. S.M. Kot, A. Malawski, A. Węgrzecki, Wydawnictwo AE, Kraków 2004.

Rawls J., *Teoria sprawiedliwości*, PWN, Warszawa 1994.

PREFERENCE MODELING ON THE EXAMPLE OF STUDENTS' ASSIGNMENT TO THE SPECIALIZATION GROUPS

Summary: In the paper, we analyze the influence of the way that preferences are defined, on actual decisions made by the group of people. The mechanism and results of such a choice are shown on the example of the students that are obliged to choose the specialization. We show the changes, resulting from the approval of both different methods of representing individual preferences and their aggregation into the social preferences, defined on the specializations set.