

Łukasz PIETRYCH

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Wydział Nauk Ekonomicznych

e-mail: lukasz\_pietrych@sggw.pl

## TEORIA STABILNYCH ALOKACJI JAKO NARZĘDZIE PROJEKTOWANIA RYNKU PRACY

**Streszczenie.** W pracy omówiono model procesu rekrutacji zaproponowany przez dwóch amerykańskich matematyków D. Gale'a i L. S. Shapley'a. Podstawowym zdefiniowanym przez nich pojęciem jest przydział (skojarzenie) stabilny. System skutecznej alokacji zasobów pracy powinien charakteryzować się stabilnością dopasowania obydwu stron rynku pracy. Celem artykułu było przedstawienie problematyki dwustronnych skojarzeń oraz wskazanie możliwości aplikacyjnych tej teorii w praktyce projektowania rynku pracy.

**Słowa kluczowe:** alokacja, przydział optymalny, projektowanie rynków

## THE THEORY OF STABLE ALLOCATIONS AS A TOOL OF DESIGN ECONOMICS

**Summary.** The paper presents a model of the recruitment process proposed by two American mathematicians D. Gale L. and S. Shapley. Stable allocation (association) is the basic concept defined by them. The efficient allocation of labor resources should be characterized by such properties as stability fitting from both sides of the labor market. The aim of the article was to present the issue of bilateral associations and show applications of this theory in the labor market, in form of its designing.

**Keywords:** allocation, optimal allocation, design economics

### 1. Wstęp

Na początku lat 60. dwaj amerykańscy matematycy David Gale oraz Lloyd Shapley podjęli w swych badaniach tematykę stabilnych skojarzeń. Impulsem do zainteresowania się owym zagadnieniem był problem, z jakim borykały się uczelnie amerykańskie. Dotyczył on rekrutacji kandydatów na uczelnie i został opisany na przykładzie Uniwersytetu Yale.

Kandydaci mieli możliwość aplikowania na kilka uczelni jednocześnie, co też implikowało problem z ustaleniem ostatecznej listy przyjętych. W 2005 roku podobny problem zaobserwowano również na poziomie szkół wyższych w Polsce. Liczba uczelni, do których kandydaci mogli aplikować, nie była ograniczona. Skutkowało to tym, iż w początkowej fazie rekrutacji kandydaci z największą liczbą punktów dostawali się na kilka wybranych uczelni, natomiast pozostali na jedną lub nie dostawali się do żadnej. Dopiero w kolejnych etapach ci pierwsi zwalniali miejsca, dzięki czemu kandydaci z list rezerwowych mogli je wypełniać. Tego typu rozwiązanie powodowało wiele problemów organizacyjnych oraz niepewność zarówno szkół, jak i kandydatów co do ostatecznych wyników.<sup>1</sup>

Celem prac Gale'a i Shapleya była opracowanie takiego systemu rekrutacji, który dopasowałby kandydatów do uczelni w taki sposób, że oczekiwania zarówno jednej strony, jak i drugiej w jak największym stopniu byłyby uwzględnione. Oznacza to, że kandydat dostanie się do możliwie najbardziej preferowanej uczelni, natomiast uczelnia będzie miała studentów z największą liczbą punktów. Ważnym było również, aby był on prosty i pozbawiony niepewności, która była ściśle związana z poprzednim systemem rekrutacji i towarzyszyła obydwu stronom biorącym udział w procesie. Efektem ich pracy było opublikowanie w 1962 roku artykułu *College admissions and the stability of marriage*. Autorzy przedstawili w nim model procesu rekrutacji i wprowadzili pojęcie optymalnego dopasowania kandydatów do szkół. Dodatkowo dowiedli, że zawsze istnieje dokładnie jeden przydział optymalny.

Opisane badania z czasem zostały rozwinięte w teorię stabilnych alokacji, czyli dyscyplinę zajmującą się poszukiwaniem stabilnych związków pomiędzy jednostkami lub grupami na rynkach, które w pewien sposób są zawodne. Wykorzystuje ona narzędzia teorii gier oraz ekonomii eksperymentalnej. Jednym z tych narzędzi jest algorytm odroczonej akceptacji (GS), którego celem jest tworzenie optymalnych i stabilnych przydziałów.

Celem publikacji jest omówienie podstawowych zagadnień poruszanych w ramach teorii stabilnych alokacji jako narzędzia projektowania rynku pracy. Metodą badawczą były studia literatury z zakresu poruszanej problematyki. Sformułowano hipotezę, iż poruszana problematyka znajduje praktyczne zastosowanie w obszarze projektowania systemów rekrutacji pracowników do firm.

## 2. Projektowanie rynku pracy

Projektowanie rynków (*design economics*) jest jedną z nowych dziedzin nauk ekonomicznych, narodzin której można upatrywać w latach 90. Istotny wkład w jej rozwój

---

<sup>1</sup> Świtalski Z.: O kojarzeniu małżeństw i rekrutacji kandydatów do szkół. Rocznik Polskiego Towarzystwa Matematycznego, seria II: Wiadomości matematyczne XLIV, 2008, s. 35-36.

wnieśli naukowcy zajmujący się teorią gier, ponieważ nadała ona kształt i kierunek dalszym badaniom przeprowadzanym w ramach tej dyscypliny.<sup>2</sup>

W proces projektowania rynku mogą być zaangażowani zarówno praktycy (przedsiębiorcy, menadżerowie, ustawodawcy, prawnicy), jak i teoretycy, szczególnie ci zajmujący się teorią gier. A. Roth zwraca uwagę na ścisły związek pomiędzy teorią gier i projektowaniem rynków. Stwierdza, że ta pierwsza stanowi swego rodzaju podstawy i ramy dla bardziej szczegółowych i złożonych badań projektowych. Należy przy tym uwzględnić dwie kategorie owej złożoności: złożoność środowiska i złożoność zachowań uczestników danego rynku.<sup>3</sup>

Każdy rynek ma swoją specyfikę, na którą składa się wiele czynników. Konieczność uwzględnienia tych wszystkich aspektów wymaga zastosowania nowych narzędzi badawczych, co przyczynia się do uzupełnienia teorii. Autor w jednej ze swoich prac stawia trzy hipotezy, które opisują wspomniane związki i stanowią zasadniczą podstawę do dalszych rozważań teoretycznych nad tym zagadnieniem:<sup>4</sup>

- w procesie projektowania rynków ekonomia eksperymentalna i obliczeniowa stanowią naturalne uzupełnienie teorii gier,
- konieczny jest dalszy rozwój literatury ekonomicznej, w zakresie projektowania rynków, którego celem będzie rozwój mechanizmów projektowania,
- prace z zakresu projektowania rynków spowodowały konieczność sformułowania nowych pytań w teorii ekonomii jednocześnie sugerując pewne odpowiedzi.

Projektowanie rynków ma zastosowanie szczególnie na tzw. nietypowych rynkach, na których dominują pewne odrębne reguły. To właśnie dzięki takim aplikacjom metoda zyskała uznanie. Istnieje jednak konieczność zwrócenia uwagi na przyszły kierunek badań, co znalazło swoje odzwierciedlenie w drugiej hipotezie. Dalsza praktyka projektowania rynków zależy w dużej mierze od procesu akumulacji wiedzy.

Praktyka projektowania rynków jest w początkowym stadium rozwoju, natomiast posługuje się narzędziami, które mają już zastosowanie w badaniach ekonomicznych. Należy tutaj wymienić ekonomię eksperymentalną i obliczeniową oraz teorię gier. Umożliwiają one zbadanie zachowań uczestników rynku oraz głębsze poznanie skomplikowanych mechanizmów rynkowych. Projektowanie rynku może być także wspomagane przez specjalistyczne programy komputerowe. To z kolei może dostarczyć nowej wiedzy na temat mechanizmów funkcjonujących na nietypowych rynkach. Gromadzona wiedza natomiast przyczyni się w przyszłości do tworzenia bardziej niezawodnych form rynkowych.

---

<sup>2</sup> Roth A.E.: The economist as engineer: game theory, experimentation, and computation as tools for design economics. "Econometrica", Vol. 70, No. 4, 2002, p. 1341.

<sup>3</sup> Roth A.E.: Game Theory as a Tool for Market Design, [in:] Patrone F., Garcia-Jurado I., Tijs S. (eds.): Game Practice: Contributions from Applied Game Theory, Kluwer Academic Publishers, 2000, p. 7.

<sup>4</sup> Roth A.E.: The economist as engineer: game theory, experimentation, and computation as tools for design economics. "Econometrica", Vol. 70, No. 4, 2002, p. 1342.

W modelach rynku pracy bez frykcji główną determinantą dostosowania popytu i podaży pracy są płace, a bezrobocie w stanie równowagi nie istnieje. Z kolei na rynkach pracy uwzględniających niedoskonałości poszukiwań i dopasowań zakłada się, że nie każdy pracodawca poszukujący pracownika znajduje go oraz nie każdy poszukujący pracy znajduje odpowiadającego mu pracodawcę. W związku z tym w krótkim okresie zawsze występuje bezrobocie, ponieważ część wakatów pozostaje niezapełnionych, jednocześnie kiedy część osób bezskutecznie poszukuje pracy. Płace ustalane są w procesie negocjacji i są uzależnione od nadwyżki, jaka wytworzy się po podpisaniu umowy zarówno po stronie pracodawcy, jak i pracownika. W związku z tym, równowaga w tym modelu jest definiowana nie przez płace i poziom zatrudnienia, tylko w kategoriach: wakatów i stopy bezrobocia.<sup>5</sup> Są to rynki, na których duże znaczenie odgrywa kojarzenie. Proces wzajemnego dobierania się przypomina swatanie, w którym każdy uczestnik rynku próbuje się przedstawić jak najkorzystniej, by zachęcić ewentualnego kontrahenta do zawarcia umowy. Ekonomia projektowania rynków to dziedzina zajmująca się metodami kojarzenia stron na tak specyficznych rynkach.

### 3. System optymalnej rekrutacji pracowników do firm

Przypadek, kiedy mamy do czynienia z systemem doboru pracowników do potencjalnych pracodawców, jest bardzo zbliżony do modelu rekrutacji kandydatów do szkół, przedstawionego we wspomnianej wcześniej pracy z 1962 roku.

Przed przystąpieniem do sformułowania modelu należy poczynić kilka założeń. Po pierwsze dane są dwa zbiory: bezrobotnych ( $B$ ) i pracodawców ( $P$ ), takie że  $B = \{B_1, B_2, \dots, B_n\}$  oraz  $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$ . Bezrobotni mogą uszeregować pracodawców według swoich preferencji od najbardziej preferowanych do najmniej. Analogicznie każdy z pracodawców może tego dokonać względem poszukujących pracy. Tego typu uszeregowanie nazywane jest ostrym liniowym porządkiem. Dodatkowo należy przyjąć założenie, że każdy poszukujący pracy może być przyjęty do co najwyżej jednej firmy oraz każda firma może przyjąć pewien limit kandydatów ( $q$ ). Najczęściej  $q=1$ , przy czym możliwa jest sytuacja, że niektórzy składający aplikację mogą nie zostać zatrudnieni przez żadnego z pracodawców.

Przed przystąpieniem do zdefiniowania optymalnego dopasowania należy poczynić krótkie wprowadzenie. W modelu rozpatrywane są dwa zbiory: poszukujący pracy (bezrobotni) ( $B$ ) oraz pracodawcy ( $P$ ). Posiadają one taką samą liczebność  $n$ . Każdy z bezrobotnych porządkuje pracodawców według swoich preferencji od najbardziej preferowanego do najmniej. Tego samego dokonują pracodawcy na zbiorze osób poszukujących pracy. Pracodawcy, tworząc ranking kandydatów, najczęściej biorą pod uwagę

---

<sup>5</sup> Daly M.C., Hobijn B., Sahin A., Valletta R.G.: Rynki pracy w modelu poszukiwań i dopasowań: czy naturalna stopa bezrobocia rzeczywiście wzrosła?, „Gospodarka Narodowa”, nr 11-12/2012, s. 150.

ich doświadczenie oraz wykształcenie, natomiast poszukujący pracy kierują się zazwyczaj przewidywanymi zarobkami, prestiżem czy też zainteresowaniami.

Celem procedury jest stworzenie  $m$  – par (skojarzeń) postaci  $B_iP_j$ , gdzie dla danego skojarzenia  $s$  symbolem  $s(B_i)$  oznaczono pracodawcę bezrobotnego  $B_i$ , natomiast  $s(P_j)$  bezrobotnego, który po dokonaniu skojarzenia staje się już pracownikiem pracodawcy  $P_j$ .

**Definicja 1.** Skojarzenie  $s$  nazywane jest niestabilnym, jeśli istnieją dwaj bezrobotni  $B_1$  i  $B_2$  będący w parze odpowiednio z pracodawcami  $P_1$  i  $P_2$ , mimo że bezrobotny  $B_2$  woli pracodawcę  $P_1$  od swojego aktualnego pracodawcy i pracodawca  $P_1$  woli bezrobotnego  $B_2$  od swojego aktualnego pracownika. Para  $B_2P_1$  nazywana jest w takiej sytuacji blokującą skojarzenie  $s$ .<sup>6</sup> Przypadek ten można zapisać następująco:

$$s: (B_1P_1), (B_2P_2), \text{ ale } B_2: P_1 >_{(B_2)} P_2 \\ i: P_1: B_1 <_{(P_1)} B_2$$

Oczywiście bazując na tej definicji można wyciągnąć wniosek, że skojarzenia, dla których istnieją skojarzenia blokujące, nie są trwałe i mają tendencje do rozpadu. W związku z tym można sformułować następujące stwierdzenie:

**Definicja 2.** Dane skojarzenie  $s$  jest stabilne, wtedy i tylko wtedy, gdy  $s$  nie jest blokowane przez żadną inną parę  $B_iP_j$ .

Jako prosty przykład można podać zbiór osób poszukujących pracy:  $A, B, C$  i  $D$  oraz zbiór czterech potencjalnych pracodawców:  $X, Y, W, Z$ . Preferencje poszczególnych elementów zbioru przedstawiono poniżej:

$$\begin{array}{l|l} A: Y, W, X, Z & X: B, D, C, A \\ B: W, Y, Z, X & Y: D, C, A, B \\ C: W, Z, X, Y & W: B, A, D, C \\ D: X, Y, Z, W & Z: C, A, D, B \end{array}$$

Przykładowo, interpretując zapis:  $A: Y, W, X, Z$ , należy stwierdzić, że jest to liniowy porządek preferencji bezrobotnego  $A$ , z którego wynika, że najbardziej preferowałby on pracę w przedsiębiorstwie  $Y$ , natomiast najmniej pracę w oznaczonym przez literę  $Z$ . Liczbę możliwych skojarzeń oblicza się ze wzoru:  $N_s = n!$  (gdzie  $n$  – liczba elementów zbioru). W tym przypadku występują 24 skojarzenia. Analizując dalej powyższy przykład, można rozpatrywać dwa skojarzenia:  $s$  i  $p$ , takie, że:

$$s = \{BW, DX, CZ, AY\} \text{ oraz } p = \{BW, DY, CZ, AX\}$$

Łatwo zauważyć, że  $s$  jest skojarzeniem stabilnym, w przeciwieństwie do  $p$ , w którym dokonano zamiany (bezrobotnych  $D$  i  $A$  zamieniono pracodawcami). Na tej zamianie skorzystał jedynie pracodawca oznaczony symbolem  $Y$ . Pracodawca  $X$  oraz pracownicy  $A$  i  $D$  stracili z punktu widzenia swoich własnych preferencji.

<sup>6</sup> Shapley L.S., Gale D.: College Admissions and the Stability of Marriage, "The American Mathematical Monthly", Vol. 69, 1962, p. 10.

Często zbiór skojarzeń stabilnych posiada więcej niż jeden element. W związku z tym zasadnym jest sformułowanie kolejnej definicji:

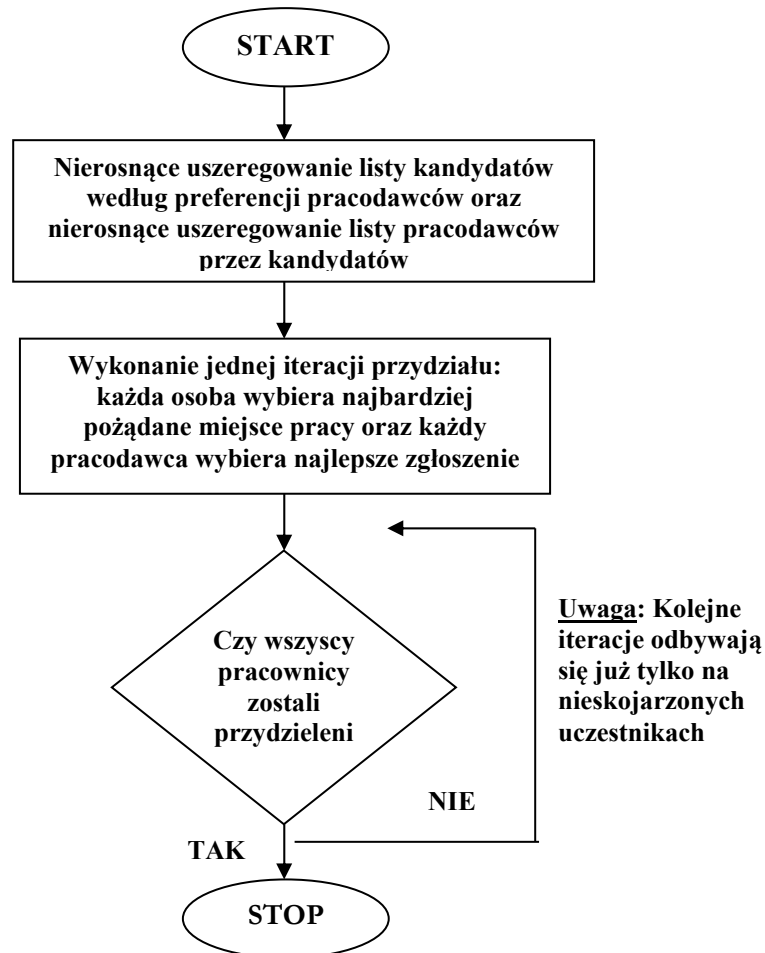
**Definicja 3.** Skojarzenie stabilne  $s$  jest optymalne (z punktu widzenia jednej ze stron), jeśli dla bezrobotnego  $i$  i dla dowolnego skojarzenia stabilnego  $p$  zachodzi:

$$s(B_i) \geq_{(B_i)} p(B_i)$$

Inaczej ujmując, oznacza to, że skojarzenie optymalne dla pracownika jest nie gorsze od dowolnego skojarzenia stabilnego.<sup>7</sup>

Badacze tego problemu dowiedli, że skojarzenia optymalne zawsze istnieją (co najwyżej jedno dla każdego zbioru). Opracowali również prosty algorytm, nazywany algorytmem odroczonej akceptacji, służący do wyznaczania tego stanu. Analogicznie można przedstawić ten sam algorytm dla analizowanego przykładu. Niech stroną inicjującą będą poszukujący pracy ( $B$ ). W pierwszym kroku każda osoba wybiera najbardziej pożądane miejsce pracy, według listy swoich preferencji. Następnie pracodawca, który otrzymał więcej niż jedno zgłoszenie, wybiera jedno z nich (najlepsze ze swojego punktu widzenia). Poszukujący pracy, których zgłoszenia zostały odrzucone, skreślają ze swojej listy pracodawców, którzy ich nie przyjęli. Procedura przechodzi znowu do kroku pierwszego i przebiega według tego samego schematu, aż do momentu, kiedy wszystkie osoby poszukujące pracy przedstawią swoje aplikacje różnym pracodawcom. Oczywiście należy zauważyć, że jeżeli liczba elementów z obydwu zbiorów jest równa  $n$ , to algorytm ten może powtarzać się  $n-1$  razy. Jeżeli stroną inicjującą są osoby aplikujące o pracę, to otrzymane w ten sposób dopasowanie jest dla nich optymalne, natomiast w sytuacji, gdyby stroną rozpoczynającą całą procedurę byłiby pracodawcy, to otrzymane rozwiązanie byłoby optymalne dla nich. Algorytm można przedstawić za pomocą schematu blokowego (rys. 1).

<sup>7</sup> Shapley L.S., Gale D.: College Admissions and the Stability of Marriage, "The American Mathematical Monthly", Vol. 69, 1962, p. 10.



Rys. 1. Schemat blokowy algorytmu odroczonej akceptacji

Fig. 1. Block diagram of a deferred acceptance algorithm

Źródło: Anholcer M., Dymowski W., Godlewski M.: Optymalny przydział studentów do specjalności jako wariant zagadnienia doboru małżeństw, [w:] Całczyński A. (red.): Metody i zastosowania badań operacyjnych, Prace Naukowe Politechniki Radomskiej, Radom 2003 s. 38.

Od momentu opublikowania artykułu *College Admissions and the Stability of Marriage* prace nad tym algorytmem znacznie się posunęły. Zaczęto analizować własności oraz różnego rodzaju uogólnienia algorytmu, strukturę zbioru skojarzeń stabilnych oraz ich liczbę. Stwierdzono, że jedną z ważnych własności tego modelu jest tak zwana niemanipulowalność. Szczególnie jest ona ważna w procesach rekrutacji, gdyż nie pozwala uczestnikom na fałszowanie swoich preferencji.

Teoria Gale'a-Shapley'a znalazła zastosowanie do modelowania wielu zjawisk ekonomicznych, społecznych czy też biologicznych. Jednym z takich przykładów mogą być badania A. Rotha.<sup>8</sup> Dokonał on scalenia teorii zajmującej się problemem stabilnych alokacji

<sup>8</sup> Roth A.E.: The Evolution of the Labor Market for Medical Interns and Residents: A Case Study in Game Theory, "Journal of Political Economy", No. 92, 1984, p. 991-1016.

Roth A.E., Sotomayor M.A: Two-sided matching. A study in game theoretic modeling and analysis. Econometric Society Monograph Series, Cambridge University Press, Cambridge 1990, p. 486-535.

rynkowych z praktycznymi aspektami projektowania rynków. Teoria ta weszła przede wszystkim do praktyki rynków pracy, szkolnictwa i systemów medycznych, gdyż to właśnie na nich mają miejsce tzw. dwustronne poszukiwania. Oryginalny wkład Rotha do teorii stabilnych alokacji polega przede wszystkim na tym, iż udowodnił on, że na dwustronnym rynku, opierając się na zbiorze preferencji ujawnionych w sposób bezpieczny z punktu widzenia każdego uczestnika rynku, nie można zawsze zapewnić stabilnego skojarzenia. Z taką sytuacją nie ma się do czynienia na rynkach jednostronnych (np. rynek nieruchomości), gdzie każdy uczestnik może bez obaw ujawniać swoje preferencje. Znaczący krok w kierunku praktycznych badań Roth uczynił w latach 80., zajmując się reformowaniem amerykańskiego rynku kojarzenia absolwentów medycyny z zatrudnieniem w szpitalach. Zostały wdrażane programy oparte na doskonalszych algorytmach, testowane i obejmujące wciąż nowe obszary. Wyzwaniem stała się stabilność alokacji w zmieniających się strukturach rynkowych. Należy tutaj przede wszystkim wspomnieć o działalności Narodowego Programu Alokacji Personelu (National Resident Matching Program, NRMP) – organizacji pozarządowej i non-profit powołanej w Stanach Zjednoczonych do życia w 1952 r. w celu niesienia pomocy absolwentom szkół medycznych w dostępie do mieszkań oraz staży w szpitalach (uwzględniając również potrzeby współmałżonków).<sup>9</sup>

Przełomowym osiągnięciem była próba wdrożenia tzw. „przyjaznej wymiany” (*exchange „in kind”*). Była to struktura organizacyjna rynku wymiany nerek (działająca na historycznym terytorium Nowej Anglii). Opracowany algorytm uwzględniał nie tylko więzi między parami (dawca-biorca), ale także ich następstwa – łańcuchy równoczesnych operacji chirurgicznych. Obliczenia te nie są łatwe, w pewnym momencie wkracza tutaj teoria grafów.

Jednym z poważnych problemów, jaki się nasuwa, jest także sposób określania preferencji. Wszyscy uczestnicy gry z każdej ze stron (przykładowo pracownicy) powinny przyjąć ujednoczony system kreowania swoich preferencji, czyli jednolite kryteria. W praktyce to założenie jest dość trudne do spełnienia, jak wiadomo różni pracodawcy w procesie wyboru pracownika kierują się różnymi kryteriami. Dla jednych ważniejsze jest doświadczenie, dla innych z kolei wykształcenie czy też cechy charakteru, takie jak szybkość uczenia się, punktualność itp. Podobna sytuacja ma miejsce po stronie pracowników, otóż dla jednych ważniejsze są kryteria ekonomiczne, dla innych prestiż. Istnieje zatem konieczność określenia systemu, któryby w jednoznaczny i porównywalny sposób umożliwił hierarchizację wszystkich elementów z przeciwnego zbioru.

---

<sup>9</sup> Stankiewicz W.: Kolejny sukces teorii gier: nobliści z ekonomii 2012, „Ekonomia i Prawo”, Tom XII, nr 1/2013 s. 176-178.



#### 4. Podsumowanie

W najbliższych latach na polskim rynku pracy powstaną dość silne zawirowania spowodowane deficytem siły roboczej. Jednym ze sposobów złagodzenia tego problemu w przyszłości jest wykorzystanie potencjalnych zasobów pracy, poprzez działania na rzecz aktywizacji zawodowej.<sup>10</sup> Jak wskazuje analiza literatury z obszaru rynku pracy, należy stwierdzić, że w przyszłości powinien zostać położony nacisk również na proces alokacji niewykorzystanych zasobów pracy. Coraz częściej da się zauważyć, iż problem nie leży jedynie po stronie podażowej pracy, ale także popytowej. Wnioski z dotychczas przeprowadzanych badań empirycznych wskazują, że pracodawcy mają również dość duże problemy ze znalezieniem odpowiednich kandydatów do pracy [Sadowska-Snarska, 2006].<sup>11</sup> Z uwagi na to, coraz większym wyzwaniem staje się odpowiednie dopasowanie poszukujących pracy i pracodawców. Stabilne oraz efektywne dopasowanie do siebie tych dwóch grup może zniwelować zawirowania na rynku pracy (zarówno pracownicy, jak i pracodawcy nie będą posiadali tendencji do zmian). W przypadku takich problemów zastosowanie znajdują narzędzia teorii gier, a w szczególności teoria stabilnych skojarzeń.

Teoria skojarzeń w istotny sposób przyczyniła się do udoskonalania istniejących, a także tworzenia nowych efektywniejszych systemów rekrutacji. Należy stwierdzić, że istnieje silna potrzeba praktycznych badań na tym gruncie również w Polsce. Jak do tej pory badania koncentrują się głównie na teoretycznych zagadnieniach obejmujących analizę własności podstawowego modelu Gale'a-Shapley'a, szukanie jego powiązań z różnymi działami matematyki, analizę różnych modyfikacji algorytmu GS (ewentualnie alternatywnych algorytmów prowadzących do skojarzeń stabilnych) oraz analizę różnych uogólnień podstawowego modelu GS (przykładowo modyfikowane są założenia o preferencjach, limitach itd.).<sup>12</sup> W związku z tym warto zwrócić większą uwagę na badania, których celem byłoby opracowanie systemu rekrutacji pracowników. Należy także zwrócić uwagę na różne możliwości i ograniczenia praktycznych zastosowań tego zagadnienia w zależności od poszczególnych uczestników rynku pracy. Szczególne znaczenie odgrywają tutaj wszelkiego rodzaju instytucje pośredniczące w procesie odnajdywania się pracodawców i poszukujących pracy. Pozostaje jedynie kwestia techniczna, czyli wprowadzenie odpowiedniego systemu. Wydaje się, że mogą tutaj znaleźć zastosowanie różnego rodzaju komputerowe systemy kojarzenia, oparte na komunikacji internetowej. W dobie niedopasowania strukturalnego popytu i podaży pracy, system taki byłby znacznym ułatwieniem zarówno dla osób

---

<sup>10</sup> Męcina J.: Niewykorzystane zasoby. Nowa polityka rynku pracy, Oficyna Wydawnicza ASPRA-JR, Warszawa 2003, s. 36.

<sup>11</sup> Sadowska-Snarska C.: Popyt a podaż zasobów pracy na lokalnym rynku pracy w Suwałkach w świetle opinii pracodawców i bezrobotnych, [w:] Horodeński R.C., Sadowska-Snarska C. (red.): Regionalne i lokalne rynki pracy. Od dysproporcji do spójności, Instytut Pracy i Spraw Socjalnych, Warszawa 2006, s. 147.

<sup>12</sup> Świtalski Z.: Równowagi na rynkach z dwustronnymi preferencjami, „Przegląd Statystyczny”, R. LVII, Zeszyt 4, 2010, s. 68.

poszukujących pracy jak i pracodawców. Dotychczas opracowane podwaliny teoretyczne, jak i doświadczenia funkcjonujących już systemów, przyczyniłyby się do wdrażania takiego systemu.

## Bibliografia

1. Anholcer M., Dymowski W., Godlewski M.: Optymalny przydział studentów do specjalności jako wariant zagadnienia doboru małżeństw, [w:] Całczyński A. (red.): Metody i zastosowania badań operacyjnych, Prace Naukowe Politechniki Radomskiej, Radom 2003
2. Daly M.C., Hobijn B., Sahin A., Valletta R.G.: Rynki pracy w modelu poszukiwań i dopasowań: czy naturalna stopa bezrobocia rzeczywiście wzrosła? „Gospodarka Narodowa”, nr 11-12/2012, s. 147-172
3. Męcina J.: Niewykorzystane zasoby. Nowa polityka rynku pracy, Oficyna Wydawnicza ASPRA-JR, Warszawa 2003
4. Roth A. E.: The Evolution of the Labor Market for Medical Interns and Residents: A Case Study in Game Theory, “Journal of Political Economy”, No. 92, 1984
5. Roth A. E., Sotomayor M. A.: Two-sided matching. A study in game theoretic modeling and analysis. Econometric Society Monograph Series, Cambridge University Press, Cambridge 1990
6. Roth A. E.: Game Theory as a Tool for Market Design, [in:] Patrone F., Garcia-Jurado I., Tijss S. (eds.): Game Practice: Contributions from Applied Game Theory, Kluwer Academic Publishers, 2000, p. 7-18
7. Roth A. E.: The economist as engineer: game theory, experimentation, and computation as tools for design economics, “Econometrica”, Vol. 70, No. 4, 2002
8. Sadowska-Snarska C.: Popyt a podaż zasobów pracy na lokalnym rynku pracy w Suwałkach w świetle opinii pracodawców i bezrobotnych, [w:] Horodeński R.C., Sadowska-Snarska C. (red.): Regionalne i lokalne rynki pracy. Od dysproporcji do spójności, Instytut Pracy i Spraw Socjalnych, Warszawa 2006
9. Shapley L.S., Gale D.: College Admissions and the Stability of Marriage, “The American Mathematical Monthly”, Vol. 69, 1962
10. Stankiewicz W.: Kolejny sukces teorii gier: nobliści z ekonomii 2012, „Ekonomia i Prawo”, Tom XII, nr 1/2013
11. Świtalski Z.: O kojarzeniu małżeństw i rekrutacji kandydatów do szkół, Rocznik Polskiego Towarzystwa Matematycznego, seria II: Wiadomości matematyczne XLIV, 2008
12. Świtalski Z.: Równowagi na rynkach z dwustronnymi preferencjami, „Przegląd Statystyczny”, R. LVII, Zeszyt 4, 2010

**Abstract**

The aim of the publication was to discuss the main issues addressed in the framework of the theory of stable allocations as a design tool in the labor market. The research method was studying of literature of the discussed issues. It was made hypothesis that the problem discussed has practical application in the area of systems design recruitment companies. The theory of associations significantly contributed to the improvement of existing and creation of new efficient systems of recruitment. Based on this it should be noted that there is a strong need for practical research of this topic in Poland. In the era of structural mismatch between demand and supply of labor recruitment system which takes into account the standard theory of stable allocations would be a big improvement for both – job seekers and employers.