

**Paweł Kuśmierczyk**

Wyższa Szkoła Bankowa we Wrocławiu

## **Eksperymentalne badanie poziomu cen i efektywności wybranych mechanizmów aukcyjnych, zastosowanych w przypadku przetargów jednokryterialnych**

**Streszczenie.** Celem artykułu jest porównanie kilku niestandardowych, statycznych mechanizmów aukcyjnych, z którymi można się spotkać w praktyce przetargów jednokryterialnych. Najważniejszymi kryteriami porównawczymi są optymalność, czyli poziom cen, które osiągnęte są w przetargu, oraz efektywność w sensie Pareto. Analizy przeprowadzone są na podstawie wyników eksperymentów laboratoryjnych.

**Słowa kluczowe:** aukcja, przetarg jednokryterialny, efektywność, optymalność, eksperymenty laboratoryjne

### **Wstęp**

W Polsce w języku potocznym aukcje utożsamia się bardzo często z dynamicznymi licytacjami, w których uczestnicy przebijają się nawzajem tak długo, aż nikt nie będzie już w stanie zaproponować lepszej ceny. Stereotyp ten umacniany jest przez pojawiające się w filmach czy telewizji obrazki z aukcji dzieł sztuki czy przez zaprojektowane na podobnych zasadach aukcje internetowe.

Jednak w rzeczywistości aukcje obejmują znacznie szerszą klasę mechanizmów, które w szczególności wcale nie muszą mieć charakteru dynamicznego.

W najszerszej definicji aukcja rozumiana jest jako dowolny mechanizm, który służy ustaleniu ceny (i ewentualnie innych warunków) zawarcia transakcji oraz wyłonieniu podmiotu, z którym transakcja zostanie zawarta, na podstawie pewnego procesu konkurencji. Tym co łączy mechanizmy aukcyjne jest ich anonimowość (czyli wybór zwycięzcy wyłącznie na podstawie złożonej oferty, a nie jakichkolwiek elementów dodatkowych) oraz przejrzystość reguł, tj. określone zasady ustalania cen i wyłonienie zwycięzcy na podstawie zebranych ofert.

Wymienione cechy mechanizmów aukcyjnych sprawiają, że okazują się one bardzo skutecznym narzędziem zwiększania konkurencyjności, szczególnie użytecznym w przypadku płytkich rynków, na których istnieje bardzo niewielka liczba nabywców bądź sprzedawców. Istnienie bardzo wielu mechanizmów aukcyjnych sprawia, że jednym z ważniejszych zagadnień ekonomicznych jest badanie ich własności i porównanie efektywności.

Niniejsza praca poświęcona jest porównaniu kilku wybranych mechanizmów, przy wykorzystaniu wyników badań eksperymentalnych. W części pierwszej przeprowadzony jest opis reguł wybranych mechanizmów aukcyjnych, w drugiej omówiono podstawowe kryteria, służące porównaniu różnych mechanizmów. W części trzeciej wyjaśniono przyczyny, dla których zdecydowano się na wykorzystanie eksperymentów laboratoryjnych, oraz opis przyjętych założeń. Wyniki eksperymentów i ich interpretacja przedstawione są w części czwartej.

## **1. Zastosowanie mechanizmów aukcyjnych w przypadku przetargów**

Przez pojęcie przetargu rozumiemy proces wyboru najlepszego wykonawcy określonej usługi czy dostawcy określonego surowca. Choć przetargi nie muszą być przeprowadzane w formie aukcji, zwykle do ich przeprowadzenia używa się mechanizmów aukcyjnych ze względu na ich wygodę i skuteczność<sup>1</sup>. Najczęściej praktykowany jest przetarg pisemny, w przypadku którego uczestnicy składają oferty w zalakowanych kopertach, a zwycięzcą jest ten, który złoży najlepszą ofertę. Przetarg pisemny jest przykładem aukcji statycznej, tj. takiej, w przypadku

<sup>1</sup> Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r. Prawo zamówień publicznych, tekst jednolity Dz.U. z 2007 r. nr 223, poz. 1655 z późniejszymi zmianami określa dopuszczalne formy przeprowadzania przetargów w przypadku zamówień publicznych. W większości przypadków jest to forma aukcyjna (mimo że sama ustawa rozumie przez to pojęcie co innego), aczkolwiek w określonych przypadkach dopuszczalny jest wybór wykonawcy w drodze negocjacji, której to formy do mechanizmów aukcyjnych się nie zalicza. Oczywiście w przypadku przetargów niepodlegających Prawu zamówień publicznych nabywcy mają dowolność w kwestii zasad wyboru podmiotu, z którym zawrą transakcję.

której uczestnicy składają swoje oferty jednorazowo, nie znając ofert złożonych przez konkurentów. Coraz częściej można też się jednak spotkać z organizacją przetargów w drodze dynamicznej licytacji, których rosnąca popularność wiąże się z upowszechnieniem Internetu i możliwością przeprowadzenia licytacji za pośrednictwem platform do e-przetargów<sup>2</sup>.

Podręczniki z teorii aukcji opisują mechanizmy aukcyjne dla przypadku aukcji, w których kilku nabywców rywalizuje o określone dobro sprzedawane przez pewnego sprzedawcę. Zwycięzcą jest ten, który zaproponuje najwyższą cenę. W przypadku przetargów mechanizmy te muszą być odwrócone, ponieważ celem przeprowadzającego przetarg nabywcy jest uzyskanie ceny jak najniższej, a nie jak najwyższej. Klasyczna teoria aukcji problemem zastosowania aukcji w przypadku przetargów się nie zajmowała, wychodząc z założenia, że wszelkie wnioski i twierdzenia ze zwykłych aukcji wystarczą w przypadku przetargów jedynie odwrócić. Istnieją jednak co najmniej dwa powody, dla których zajmowanie się analizą własności mechanizmów aukcyjnych w przypadku przetargów wnosi coś do teorii aukcji.

Po pierwsze zauważmy, że odwrócenie wniosków z klasycznej teorii aukcji jest możliwe jedynie w przypadku przetargów jednokryterialnych, czyli takich, w których cena jest jedynym kryterium brany pod uwagę przy wyborze zwycięzcy. Bardzo wiele przetargów ma jednak charakter wielokryterialny; oprócz ceny nabywca zwraca uwagę na takie kryteria jak szeroko rozumiana jakość, czas wykonania, czas dostawy itp. W takich przypadkach pojawiają się zupełnie nowe problemy, nieuwzględniane w klasycznej teorii aukcji.

Po drugie, w praktyce przetargów ich organizatorzy stosują bardzo wiele modyfikacji klasycznych reguł aukcyjnych. Modyfikacje te sprawiają, że używają oni w istocie nowych mechanizmów aukcyjnych, których własności są zupełnie nieznanne. Przedmiotem badań w niniejszym artykule jest właśnie analiza kilku takich niestandardowych form aukcyjnych. Oczywiście formy te można byłoby stosować również w normalnych aukcjach sprzedażowych, jednak ponieważ najczęściej można się z nimi spotkać w przypadku przetargów, zatem dla tego właśnie przypadku (przetargów jednokryterialnych) będą one analizowane.

W szczególności analizie poddane zostaną 3 spotykane w praktyce modyfikacje przetargu pisemnego nazwane tu: przetargiem pisemnym z dodatkowymi negocjacjami, przetargiem pisemnym z możliwością dodatkowych negocjacji oraz niezobowiązującym przetargiem pisemnym. Pierwsze dwie dotyczą następującej sytuacji. Organizator przetargu ogłasza, że dokona wyboru na podstawie

<sup>2</sup> Jak już wspomniano, w Polsce pojęcie aukcji jest często błędnie utożsamiane właśnie z tego typu dynamiczną licytacją. Utożsamienie takie wprowadzone jest również w Prawie zamówień publicznych, gdzie licytacja ta nazwana jest aukcją elektroniczną. Jednak z punktu widzenia teorii aukcji jest to tylko jeden z wielu możliwych mechanizmów, który znany jest pod nazwą aukcji angielskiej.

wyników przetargu pisemnego. Jednak po zebraniu wszystkich ofert, zamiast ogłosić zwycięzcę przetargu, daje jeszcze możliwość poprawienia swojej oferty (czyli przebicia konkurenta) uczestnikowi, który złożył drugą najniższą ofertę. Gdyby ten się na to zdecydował, możliwość przebicia oferty konkurenta otrzymuje jeszcze uczestnik, który zaproponował początkowo najniższą cenę. I tak dalej, negocjacje tego typu będą trwały tak długo, aż któryś z uczestników się wycofa. Z punktu widzenia teorii aukcji jest więc tak, jak gdyby dwóch najlepszych uczestników z pierwszej rundy (przetargu pisemnego) zostało zaproszonych do drugiej rundy, w której toczy się między nimi dynamiczna licytacja z ceną startową, będącą najniższą ceną zaproponowaną w pierwszym etapie. W analizach uwzględnione są dwa warianty tego mechanizmu: jeden, w którym do dodatkowych negocjacji dochodzi zawsze i drugi, w którym są one opcjonalne (decyzja należy do organizatora). Poniższe definicje określają formalnie reguły obu mechanizmów.

**Przetarg pisemny z dodatkowymi negocjacjami** jest mechanizmem dwu-etapowym. Pierwszy etap ma formę przetargu pisemnego. Uczestnicy, którzy złożą w etapie pierwszym dwie najniższe oferty, przechodzą do etapu drugiego, który przeprowadzany jest w formie aukcji angielskiej (malejącej licytacji). Za cenę wywoławczą w drugim etapie przyjmuje się najniższą cenę z etapu pierwszego, przyjmując automatycznie, że uczestnik, który złożył ją w pierwszym etapie, zaczyna od niej licytację w drugim etapie. Mechanizm ten będzie oznaczany skrótem **PDN**.

**Przetarg pisemny z możliwymi dodatkowymi negocjacjami** jest modyfikacją mechanizmu PDN. Po zebraniu ofert w pierwszym etapie organizator ma możliwość wyboru: albo ogłasza zwycięzcę, albo przeprowadza etap drugi, przebiegający na identycznych zasadach jak w przypadku PDN. Mechanizm ten będzie oznaczany skrótem **PMN**.

W praktyce dość często można się też spotkać z sytuacją, w której organizator przetargu po zebraniu wszystkich ofert w przetargu pisemnym nie decyduje się wyłonić zwycięzcy. Ogłasza on publicznie, jaka była najniższa zaproponowana cena, a następnie uruchamia nową procedurę aukcyjną, którą może być (choć nie musi) ponownie przetarg pisemny. Na potrzeby niniejszego artykułu zdefiniujemy ten mechanizm następująco.

**Niezobowiązujący przetarg pisemny** jest procedurą, w której w organizator ma możliwość zakończenia aukcji po pierwszym etapie lub uruchomienia drugiego etapu. Pierwszy etap ma formę przetargu pisemnego. Po jego zakończeniu organizator ogłasza publicznie, jaka była najniższa zaproponowana cena i albo kończy aukcję, albo unieważnia pierwszy etap i prosi uczestników o ponowne, tym razem ostateczne, zaproponowanie cen w przetargu pisemnym. Najniższa cena z pierwszego etapu nie odgrywa żadnej roli przy wyborze zwycięzcy w drugim etapie. Mechanizm ten będzie oznaczany symbolem **NP**.

Opisane mechanizmy aukcyjne porównane zostaną z klasycznym przetargiem pisemnym (oznaczanym symbolem **PP**), przy uwzględnieniu dwóch kryteriów porównawczych: optymalności i efektywności.

## **2. Kryteria porównawcze: optymalność i efektywność**

Istnienie wielu mechanizmów aukcyjnych sprawia, że istotnej roli nabiera porównanie ich własności. W teorii aukcji bada się przede wszystkim dwie z nich – optymalność i efektywność, stąd też na nich skupimy się w tym artykule, mimo że w rzeczywistości organizatorzy aukcji mogą też zwracać uwagę na inne własności<sup>3</sup>.

Optymalność wiąże się z poziomem ceny, którą kończy się aukcja. Tak zwana optymalna aukcja to taka, która prowadzi do najniższego (oczekiwanego) poziomu cen. Kryterium to ma podstawowe znaczenie dla nabywców; zasadniczym celem organizacji przetargu (jednokryterialnego) jest bowiem obniżenie kosztów zawarcia transakcji. Problem optymalności mechanizmów aukcyjnych analizowany był przez R.B. Myersona<sup>4</sup> oraz J.G. Riley'a i W.F. Samuelsona<sup>5</sup>, którzy niezależnie podali konstrukcję optymalnej aukcji. Konstrukcja podana przez wymienionych autorów pozwala wyliczyć maksymalny oczekiwany zysk organizatora aukcji. Trzeba jednak zauważyć, że konstrukcja ta wylicza jedynie teoretyczny poziom maksymalnego zysku. W praktyce poziom ten może być różny (wyższy lub niższy), np. ze względu na fakt silnej awersji do ryzyka uczestników, asymetrii informacji czy irracjonalność<sup>6</sup>. Stosowaną miarą optymalności mechanizmu aukcyjnego jest zwykle porównanie poziomu osiągniętych cen (lub zysków) z poziomem cen (lub zysków) wynikających z zastosowania optymalnej aukcji.

Jednak wykorzystanie tej miary w opisywanych w tej pracy eksperymentach było niemożliwe, głównie ze względu na to, że koszty uczestników generowane były z rozkładu normalnego, dla którego wyprowadzenie wzoru na oczekiwany (maksymalny) poziom zysków było (w ogólnym przypadku) niewykonalne<sup>7</sup>.

<sup>3</sup> Innymi istotnymi własnościami mechanizmów aukcyjnych mogą być: przejrzystość reguł, odporność na zмовę czy szybkość przeprowadzenia (szczególnie istotna w przypadku złożonych aukcji wielokryterialnych).

<sup>4</sup> R.B. Myerson, *Optimal auction design*, „Mathematics of Operations Research” 1981, vol. 6, s. 58-73.

<sup>5</sup> J.G. Riley, W.F. Samuelson, *Optimal auctions*, „American Economic Review” 1981, vol. 71, s. 381-392.

<sup>6</sup> Zarówno w pracy Myersona, jak i w pracy Riley'a i Samuelsona przyjęto założenie, że uczestnicy aukcji mają pełną wiedzę o rozkładzie wartości dobra dla pozostałych uczestników oraz maksymalizują wartość oczekiwaną swoich zysków.

<sup>7</sup> Konieczne byłoby obliczenie całki z  $n$ -tej potęgi dystrybuanty rozkładu normalnego. Trudności te sprawiają, że w większości eksperymentów aukcyjnych wartości dobra dla uczestników

Wobec powyższego nie badano, jak duży procent maksymalnej nadwyżki udało się nabywcy osiągnąć, a ograniczono się jedynie do porównania optymalności analizowanych czterech mechanizmów. Ponieważ w różnych eksperymentach były czasem używane różne zestawy danych (generowane z rozkładów normalnych o różnych parametrach), stąd w celu zapewnienia porównywalności wyników za najlepszą miarę optymalności mechanizmu uznano miarę  $\mu$ , zdefiniowaną następująco:

$$\mu = c - k_{1:N}, \quad (1)$$

gdzie  $c$  jest ceną zawarcia transakcji, a  $k_{1:N}$  – najniższym poziomem kosztów uczestników.

Miara  $\mu$  bada poziom marży ponad minimalny koszt. Ponieważ żadnemu z uczestników nie opłaca się zaproponowanie ceny niższej od kosztów, zatem najniższym poziomem ceny, jakim może się zakończyć aukcja, jest  $c = k_{1:N}$ ; wówczas miara  $\mu$  przyjąłaby wartość 0. Generalnie im niższa wartość marży  $\mu$ , tym lepszy (bardziej optymalny) mechanizm.

Drugim istotnym czynnikiem branym pod uwagę przy analizie mechanizmów aukcyjnych jest ich efektywność. Aukcja jest efektywna wówczas, gdy maksymalizuje łączny poziom nadwyżki nabywcy i sprzedawcy. Ponieważ w przypadku aukcji możliwe są dowolne transfery nadwyżki (za pomocą ceny), więc tak rozumiana efektywność jest tożsama z efektywnością w sensie Pareto. Łatwo wykazać, że w przypadku aukcji jednokryterialnych aukcja jest efektywna wtedy i tylko wtedy, gdy transakcja zawarta jest z firmą o najniższych kosztach produkcji<sup>8</sup>.

Efektywność Pareto mierzy się najczęściej jako odsetek zrealizowanej nadwyżki. Łączna nadwyżka nabywcy i sprzedawcy wynosi:

$$TS = (c_{\max} - c) - (c - k_i) = c_{\max} - k_i, \quad (2)$$

gdzie  $c_{\max}$  jest ceną maksymalną (nabywcy nie opłaca się zawarcie transakcji po wyższej cenie), a  $k_i$  to koszty produkcji zwycięzcy aukcji.

Stąd miarą efektywności jest:

$$e = \frac{c_{\max} - k_i}{c_{\max} - k_{1:N}}. \quad (3)$$

Wartością maksymalną miary jest 1. Jest ona osiągana, gdy transakcja zawarta zostanie z uczestnikiem o najniższych kosztach. Jak łatwo zauważyć, cena

losuje się z rozkładu jednostajnego, dla którego przekształcenia algebraiczne są znacznie prostsze. Powody, dla których w niniejszej pracy zdecydowano się na użycie rozkładu normalnego, zostaną opisane w dalszej części.

<sup>8</sup> Zob. P. Kuśmierczyk, *Economic efficiency as one of the main objectives of auction design*, „Research Papers of Wrocław University of Economics” No. 136, *Economics 9. Macroeconomics*, ed. M. Noga, Publishing House of Wrocław University of Economics, Wrocław 2010, s. 73-82.

zawarcia transakcji nie ma żadnego wpływu na poziom efektywności (a jedynie na wysokość podziału nadwyżki między sprzedawcę i nabywcę).

Inną spotykaną w literaturze miarą jest efektywność alokacyjna, mierzona jako odsetek transakcji zakończonych zwycięstwem uczestnika o najniższych kosztach. W przypadku aukcji jednokryterialnych aukcja efektywna alokacyjnie zawsze będzie efektywna w sensie Pareto, jednak w przypadku aukcji wielokryterialnych nie musi to już być prawdą. Transakcja może zostać zawarta z najlepszym uczestnikiem (czyli być efektywna alokacyjnie), ale może on nie zaproponować najlepszych warunków (zestaw parametrów jakościowych nie maksymalizuje łącznej nadwyżki z transakcji), przez co transakcja nie będzie efektywna w sensie Pareto. Efektywność alokacyjna wydaje się miarą gorszą niż miara zdefiniowana wzorem (3), ponieważ może nieco wypaczać wnioski dotyczące efektywności mechanizmu. Przykładowo, jeśli transakcja zawarta zostałaby z producentem o kosztach o 1 grosz wyższych niż najniższe koszty, to z alokacyjnego punktu widzenia byłaby nieefektywna, jednak w rzeczywistości nie wiąże się z tym tak naprawdę żadna realna strata. Stąd odsetek zrealizowanej nadwyżki, dany wzorem (3), wydaje się miarą, która mówi więcej o efektywności danego mechanizmu.

Efektywność mechanizmów aukcyjnych jest bez wątpienia kryterium bardziej znaczącym w przypadku aukcji publicznych niż prywatnych, w tym drugim przypadku bowiem nabywcom zależy przede wszystkim na uzyskaniu niskich cen (czyli optymalności). W przypadku aukcji publicznych celem organizatora (np. rządu) jest rozwój całej gospodarki, dobre funkcjonowanie rynku itp., dlatego efektywność odgrywa dużo większą rolę. Tym niemniej w dłuższym okresie efektywność ma znaczenie również w przypadku aukcji prywatnych, zwiększa bowiem konkurencyjność i stąd jest bardzo ważnym kryterium w analizach ekonomicznych<sup>9</sup>.

### **3. Wykorzystanie eksperymentów laboratoryjnych w analizie mechanizmów aukcyjnych**

Eksperymenty laboratoryjne są już od wielu lat jedną z uznanych metod prowadzenia badań naukowych w ekonomii<sup>10</sup>. W przypadku badań poświęconych optymalności i efektywności mechanizmów aukcyjnych eksperymenty są

<sup>9</sup> Zob. P. Kuśmierczyk, *Economic efficiency...*, w której przeprowadzona jest szersza dyskusja na temat znaczenia efektywności mechanizmów aukcyjnych.

<sup>10</sup> Por. F. Guala, *The Methodology of Experimental Economics*, Cambridge University Press, Cambridge 2005.



w praktyce jedyną możliwą metodą badań empirycznych. Jak wynika z analiz przeprowadzonych w poprzednim punkcie, dla określenia efektywności i optymalności aukcji niezbędna jest wiedza o poziomie kosztów uczestników, w tym w szczególności o poziomie najniższych kosztów na rynku, która jest w normalnych warunkach nie do uzyskania. Co więcej, w celu porównania różnych mechanizmów trzeba byłoby dysponować danymi empirycznymi z aukcji przeprowadzonych w porównywalnych warunkach (identyczne dobro, porównywalny poziom konkurencji itp.), co w praktyce jest również bardzo trudne<sup>11</sup>. Eksperymenty laboratoryjne rozwiązują wszystkie te problemy. Zapewniają organizatorowi kontrolę nad wszystkimi istotnymi elementami aukcji oraz porównywalność uzyskanych wyników<sup>12</sup>.

Na potrzeby analiz opisywanych w niniejszym artykule, przeprowadzono eksperymenty laboratoryjne, w których wzięło udział 82 studentów piątego roku Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Eksperymenty te były częścią kursu „Aukcje i przetargi”, a osiągnięte przez studentów zyski miały wpływ na końcową ocenę z przedmiotu, co pozwoliło na uzyskanie silnej motywacji, bez konieczności wypłacania wynagrodzeń pieniężnych<sup>13</sup>. W związku z pewnymi problemami technicznymi nie wszystkie wyniki eksperymentów mogły być wykorzystane do analiz, co ogranicza dość istotnie zakres analiz statystycznych opisanych w tym artykule<sup>14</sup>. Eksperymenty te zostaną w przyszłości powtórzone dla uzupełnienia/uwiarygodnienia wyników.

Każdy z uczestników eksperymentu poinformowany został, że bierze udział w serii przetargów, o precyzyjnie opisanych regułach, różniących się bądź to mechanizmem, bądź też wielkością konkurencji. Koszty każdego z uczestników losowane były niezależnie z rozkładu normalnego o podanych parametrach.

<sup>11</sup> W specyficznych sytuacjach aukcji odbywających się systematycznie, w przypadku których dostępnych jest wiele danych i stosowane były różne mechanizmy, przeprowadzenie takich badań można sobie teoretycznie wyobrazić. Jednak dla analizy efektywności i optymalności nieformalnych mechanizmów, które są przedmiotem badań w tej pracy, eksperymenty pozostają jedyną ścieżką.

<sup>12</sup> Więcej o korzyściach z wykorzystania eksperymentów w przypadku analizy mechanizmów aukcyjnych patrz: P. Kuśmierczyk, *Wykorzystanie eksperymentów do badania efektywności systemów aukcyjnych*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu”, nr 64, „Ekonomia 1”, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2009, s. 97-107.

<sup>13</sup> Osiągane przez studentów zyski z kilku eksperymentów (nazwanych symulacjami), w których brali udział, były sumowane przez cały semestr i zapisywane na ich kontach jako „dolarów symulacyjnych”. Za te „pieniądze” mogli oni na koniec semestru „kupować” sobie ocenę końcową na przeprowadzonej przez prowadzącego zajęcia aukcji ocen.

<sup>14</sup> Problemy techniczne wiązały się z wykorzystywaną na potrzeby eksperymentu komercyjną platformą e-przetargową, która niestety zawiesiła się w kluczowym momencie, przez co utracono dużą część danych, w tym w szczególności danych dotyczących mechanizmów dynamicznych, takich jak aukcja holenderska czy aukcja japońska. Aukcje statyczne były najbardziej odporne na tego typu błędy i dlatego ostatecznie to właśnie one opisywane są w niniejszej pracy.



Rozkładem normalnym, zamiast bardziej standardowym w przypadku tego typu eksperymentów rozkładem jednostajnym, posłużono się, ponieważ wydawał się on bardziej zgodny z intuicją, dotyczącą tego, jak w rzeczywistości rozkładają się koszty producentów na rynku. W rozkładzie jednostajnym przyjmuje się, że każda wartość z określonego przedziału jest równie prawdopodobna, a wartość minimalnie większa lub mniejsza niż granice przedziału jest już niemożliwa. Wydaje się to niezbyt odpowiadać rzeczywistości. Przy założeniu braku asymetryczności na rynku (a taki przypadek był analizowany) koszty powinny raczej rozkładać się w okolicach pewnej oczekiwanej wartości rynkowej, a prawdopodobieństwo odchylenia powinno być odwrotnie proporcjonalne do ich wielkości. Warunki te spełnione są w przypadku rozkładu normalnego.

Celem uczestnika była zawsze maksymalizacja zysku. Uczestnicy musieli od razu zaproponować swoje strategie w każdym z przetargów, tak więc nie mieli możliwości uczenia się na podstawie wyników z wcześniejszych przetargów<sup>15</sup>. W zależności od wariantu eksperymentu uczestnicy byli bądź informowani o liczbie konkurentów, bądź też znali jedynie przedział, z którego liczba ta pochodzi.

#### **4. Wyniki eksperymentów**

Opisane w niniejszym rozdziale konkluzje, oparte na wynikach testów statystycznych, mają charakter wstępny i wymagają dalszych badań. W związku ze względnie niewielką liczbą danych<sup>16</sup>, średnia arytmetyczna, która zależy silnie od wartości skrajnych, jest mało wiarygodną miarą położenia. Wobec powyższego przy porównywaniu różnych mechanizmów aukcyjnych opierano się na testach równości mediany, a nie średniej arytmetycznej. Stosowanym testem był każdorazowo test U-Manna-Whitneya, w którym hipotezą zerową jest, że parametry położenia (mediany) w dwóch rozważanych populacjach są sobie równe<sup>17</sup>.

<sup>15</sup> Dotyczy to aukcji statycznych. Rozwiązanie takie przyjęto, ponieważ studenci dysponowali już pewną podstawową wiedzą z zakresu teorii aukcji, stąd można było wierzyć, że nie będą mieli problemu ze zrozumieniem zasad aukcji. Ponadto na wykładzie mieli możliwość zadawania pytań dotyczących reguł aukcyjnych. Być może jednak w niektórych przypadkach było to założenie zbyt optymistyczne. Ponadto, dzięki obserwacji zachowania innych uczestników, w przypadku powtórzeń mogliby oni zmodyfikować swoje strategie. Odpowiedź na pytanie, czy istotnie miałyby to miejsce, przyniosą wyniki powtórzonych eksperymentów, których przeprowadzenie planowane jest w najbliższym czasie.

<sup>16</sup> Na przykład jeśli w danym wariantcie eksperymentu uczestniczyło 40 studentów, a przetargi były 4-osobowe, to liczba danych dotyczących końcowych cen wyniosła tylko 10.

<sup>17</sup> Zob. Cz. Domański, *Statystyczne testy nieparametryczne*, PWE, Warszawa 1979.

#### 4.1. Przetarg pisemny z dodatkowymi negocjacjami (PDN)

Z teoretycznego punktu widzenia optymalną strategią uczestnika przetargu pisemnego z dodatkowymi negocjacjami jest zaproponowanie w pierwszej rundzie ceny maksymalnej (lub minimalnie mniejszej od maksymalnej)<sup>18</sup>. Jednak wyniku takiego trudno oczekiwać w rzeczywistości. Oczekiwanym zachowaniem badanych jest proponowanie w pierwszej rundzie, z uwagi na dodatkową rundę negocjacji, ceny wyższej niż w przetargu pisemnym (hipoteza 1), natomiast poziom ceny końcowej jest nieoczywisty, ponieważ ma na niego wpływ kilka czynników. Ponieważ dodatkowe negocjacje wprowadzane są jako element dodatkowy, który ma poprawiać wynik (obniżyć cenę), więc jako oczekiwany wynik przyjmijmy, że końcowa cena w PDN jest niższa niż w PP (hipoteza 2). Ponadto PDN, dzięki elementowi dodatkowych negocjacji, powinien okazać się bardziej efektywny (hipoteza 3).

Na potrzeby hipotezy 1 porównano poziomy marż (różnic między ceną a kosztami) proponowanych przez uczestników w PP i w pierwszej rundzie PDN. Wyniki te porównano w dwóch przypadkach: dla przetargu o znanej liczbie (4) uczestników i dla przetargu o nieznaną liczbę (ale również wynoszącą 4) uczestników. Tabela 1 przedstawia wartości median marż oraz wyniki testu U.

Tabela 1. Porównanie poziomu cen w PP i pierwszej rundzie PDN

Liczba uczestników	PP	PDN	Test U
Znana (4)	2,38	2,47	odrzuć $H_0$ przy $\alpha = 0,01$
Nieznaną (4)	2,01	2,70	odrzuć $H_0$ przy $\alpha = 0,01$

Jak widać, wyniki testów dają podstawy do odrzucenia hipotezy o równości cen na rzecz hipotezy, że średnia cena proponowana w pierwszej rundzie PDN jest rzeczywiście wyższa niż w przypadku PP (czyli zgodnie z hipotezą 1)<sup>19</sup>.

W celu zbadania prawdziwości hipotezy 2 porównano wartości miary (zgodnie ze wzorem 1) w tych samych co poprzednio przypadkach (tab. 2).

<sup>18</sup> Zob. P. Kuśmierczyk, *First-price sealed-bid auction with additional price negotiations: Theoretical analyses and results of experiments*, w: *Global Challenges and Policies of the European Union – Consequences of the „New Member States”*, ed. M. Piotrowska, L. Kurowski, „Research Papers of Wrocław University of Economics”, Publishing House of Wrocław University of Economics, Wrocław 2009, s. 269-277.

<sup>19</sup> W przypadku tych testów liczebności prób były duże, ponieważ brano pod uwagę ceny proponowane przez wszystkich uczestników. Dzięki temu nawet na pozór nieznaczne różnice w wynikach okazują się statystycznie istotne. Liczebności są natomiast dużo niższe w przypadku analiz cen końcowych i dlatego tam odrzucenie hipotezy zerowej w teście U jest trudniejsze.

Tabela 2. Porównanie końcowych cen w PP i PDN

Liczba uczestników	PP	PDN	Test U
Znana (4)	3,45	3,16	brak podstaw do odrzucenia $H_0$
Nieznana (4)	5,23	3,67	odrzuć $H_0$ przy $\alpha = 0,05$

Wyniki testów częściowo potwierdzają hipotezę 2; różnice w cenach końcowych w drugim przypadku są istotne statystycznie. W pierwszym przypadku cena końcowa w PDN jest również niższa niż w PP, jednak ze względu na małą próbę różnica nie jest wystarczająco duża, by były podstawy do odrzucenia hipotezy o równości cen.

Ze względu na niewielką liczbę danych nie ma możliwości przeprowadzenia wiarygodnych analiz porównawczych poziomów efektywności. Problem bowiem w tym, że przy niewielkiej liczbie danych dotyczących końcowych cen poziom nieefektywności zależy często od decyzji jednego lub dwóch uczestników. Wobec powyższego w tabeli 3 podano jedynie w charakterze ilustracji uzyskane wartości

Tabela 3. Porównanie efektywności w PP i PDN (w %)

Liczba uczestników	Procent zrealizowanej nadwyżki		Efektywność alokacyjna	
	PP	PDN	PP	PDN
Znana (4)	95,4	98,2	62,5	90,9
Nieznana (4)	100,0	97,4	100,0	83,3

miar efektywności; nie zdecydowano się jednak na badanie istotności różnic między nimi, wychodząc z założenia, że na podstawie tak szczątkowych danych i tak nie sposób wyciągnąć wiarygodnych konkluzji.

#### 4.2. Przetarg pisemny z możliwymi dodatkowymi negocjacjami (PMN)

W przypadku gdy dodatkowe negocjacje są mniej pewne, uczestnicy powinni charakteryzować się mniejszą skłonnością do podejmowania ryzyka (nie ma pewności, czy będzie jeszcze szansa ewentualnego przebicia konkurenta w dodatkowych negocjacjach). W konsekwencji w pierwszym etapie PMN oczekiwalibyśmy niższych cen niż w PDN (hipoteza 4). Końcowa cena zależy będzie od tego, czy dodatkowe negocjacje się odbędą czy nie. Jeśli tak, to oczekiwalibyśmy, że końcowe ceny w PMN będą niższe niż w PDN, co jest konsekwencją hipotezy 4 (hipoteza 5). Z uwagi na większą presję na oferowanie cen zbliżonych do kosztów, PMN powinien być również bardziej efektywny niż PDN (hipoteza 6). Przeprowadzone eksperymenty umożliwiły porównanie wyników w przypadku przetargu o nieznaną liczbę uczestników. W przypadku mechanizmu PMN po

zebraniu ofert w pierwszej rundzie, organizator ogłosił, że dodatkowe negocjacje jednak zostaną przeprowadzone.

Tabela 4. Porównanie poziomu cen w pierwszej rundzie PMN i PDN

Liczba uczestników	PMN	PDN	Test U
Nieznana (4)	2,29	1,8	brak podstaw do odrzucenia $H_0$

Wyniki te nie potwierdzają hipotezy 4. Brak jest statystycznych podstaw do uznania, że ceny proponowane w pierwszych rundach PMN i PDN różnią się od siebie<sup>20</sup>. Konsekwencją takiego zachowania uczestników w pierwszej rundzie są również końcowe ceny uzyskane w PMN (tab. 5).

Tabela 5. Porównanie poziomu końcowych cen w PMN i PDN

Liczba uczestników	PMN	PDN	Test U
Nieznana (4)	2,41	2,18	brak podstaw do odrzucenia $H_0$

Końcowe ceny w przypadku niepewnych negocjacji są wyższe niż w przypadku pewnych negocjacji, co jest niezgodne z hipotezą 5. Różnice w wynikach są jednak nieistotne statystycznie. Na obecnym etapie badań trudno o jednoznaczne stwierdzenie, jakie są przyczyny innego niż oczekiwane zachowania badanych w PMN. Powodem może być niezrozumienie przez badanych reguł PMN

Tabela 6. Porównanie efektywności PMN i PDN

Liczba uczestników	Procent zrealizowanej nadwyżki		Efektywność alokacyjna	
	PMN	PDN	PMN	PDN
Nieznana (4)	100%	98,04%	100%	72,2%

bądź ich skłonność do ryzyka. Dla ilustracji tabela 6 podaje jeszcze wartości miar efektywności. Niższa efektywność PDN wydaje się raczej przypadkowym wynikiem.

### 4.3. Niezobowiązujący przetarg pisemny (NP)

Po zebraniu wszystkich ofert w pierwszym etapie niezobowiązującego przetargu organizator ujawnił, jaka była najniższa złożona cena. Równocześnie stwierdził jednak, że cena ta go nie satysfakcjonuje i ogłosił jeszcze jeden przetarg pisemny, tym razem ostateczny. Brak jest jednoznacznych przesłanek do stwier-

<sup>20</sup> Co gorsza, ceny proponowane w pierwszej rundzie PMN są wyższe (a nie niższe) niż ceny proponowane w pierwszej rundzie PDN. Na szczęście różnice te są nieistotne statystycznie.

dzenia, czy tego typu postępowanie powinno prowadzić do obniżki cen, wszystko zależy bowiem od przyjętej przez uczestników NP strategii. Jako hipotezy badawcze przyjmijmy, że cena proponowana w pierwszej rundzie NP będzie niższa niż w PP (hipoteza 7), cena końcowa po drugiej rundzie również będzie niższa (hipoteza 8), oraz że zwiększona presja na obniżkę cen (proponowanie niższych marż) w przypadku procedury NP zwiększy efektywność aukcji (hipoteza 8). Tabela 7 przedstawia wynik testu U, porównującego ceny w pierwszej rundzie NP i PP.

Tabela 7. Porównanie poziomu cen w PP i pierwszej rundzie NP

Liczba uczestników	PP	NP	Test U
Nieznana (4)	2,01	2,42	brak podstaw do odrzucenia $H_0$

Jak widać, ceny proponowane w pierwszym etapie niezobowiązującego przetargu są nieco wyższe niż w przetargu pisemnym (przeciwnie do postulatu zawartego w hipotezie 7), jednak różnice te są nieistotne statystycznie. Zachowanie badanych w pierwszym etapie NP nie jest jednak aż tak ważne, jak poziom końcowych cen, osiągniętych dzięki powtórzeniu przetargu. Wyniki końcowe pokazuje tabela 8.

Tabela 8. Porównanie poziomu ostatecznych cen w PP, PDN i NP

Liczba uczestników	PP	PDN	NP	Test U
Nieznana (4)	5,23	3,67	1,79	PP vs NP: odrzucić $H_0$ przy $\alpha = 0,01$ PDN vs NP: brak podstaw do odrzucenia $H_0$

Procedura niezobowiązującego przetargu okazała się skutkować zdecydowanie niższymi cenami końcowymi i to nie tylko w porównaniu z przetargiem pisemnym, ale również w porównaniu z przetargiem pisemnym z dodatkowymi negocjacjami (choć w tym przypadku różnica nie jest statystycznie istotna). Efekt ten spowodowany był tym, że większość uczestników w powtórzonym przetargu zaoferowała ceny niższe niż w pierwszym etapie. Mediana marży proponowanej w drugim etapie NP wyniosła zaledwie 0,71. Oczywiście takie obniżenie marży jest w dużej mierze wypadkową zachowania tych uczestników, którzy widząc, że ich koszty są znacznie wyższe niż najniższa cena zaproponowana w pierwszym etapie nie mieli specjalnego wyjścia i schodzili z marżą do zera. Zachowanie tych uczestników nie miało jednak żadnego znaczenia dla końcowej ceny. Najistotniejsze, że również uczestnicy, którzy zaproponowali najniższe ceny w pierwszym etapie zdecydowali się w drugim etapie w większości na obniżkę cen. Mediana zmiany ceny w tej grupie wyniosła -0,5 (czyli połowa z tych, którzy zgłosili najniższe ceny w pierwszej rundzie obniżyła cenę w drugiej rundzie o co najmniej 0,5). Natomiast na podwyżkę ceny w tej grupie zdecydowało się 20% badanych (4 osoby na 20).

Porównanie efektywności przedstawia tabela 9.

Tabela 9. Porównanie efektywności PP i NP

Liczba uczestników	Procent zrealizowanej nadwyżki		Efektywność alokacyjna	
	PP	NP	PP	NP
Nieznana (4)	100%	99,3%	100%	73,68%

Wyniki te zdają się sugerować niską efektywność NP (w porównaniu z PP), jednak 100% efektywność PP jest wynikiem raczej przypadkowym (patrz dane w tab. 3) i trudno traktować ją jako realną miarę efektywności tej procedury.

## Podsumowanie

Opisane w niniejszym artykule wstępne wyniki pokazały, że warto poświęcić czas badaniom optymalności i efektywności niestandardowych mechanizmów aukcyjnych. Choć na podstawie tak ograniczonej liczby danych nie sposób pokusić się o ostateczne wnioski, to widać, że są podstawy by wierzyć, że modyfikacje standardowego mechanizmu przetargu pisemnego mogą mieć sens z punktu widzenia nabywcy, pozwalając uzyskać istotnie niższe ceny końcowe. Wnioski takie można wyciągnąć z eksperymentów poświęconych przetargowi z dodatkowymi negocjacjami (zob. tab. 2), a szczególnie z eksperymentów poświęconych niezobowiązującemu przetargowi pisemnemu (zob. tab. 8), który okazał się procedurą prowadzącą do zdecydowanie najniższych cen.

Rzecz jasna na większość pytań wciąż brak ostatecznych odpowiedzi. Dotyczy to w szczególności procedury PMN czy efektywności analizowanych mechanizmów. Trudno też w tym momencie powiedzieć, czy uzyskane wyniki powtórzyłyby się, gdyby przetargi powtarzane były wielokrotnie, a ich uczestnicy mieli możliwość uczenia się, dzięki obserwacji zachowania konkurentów. Kwestie te będą przedmiotem dalszych badań eksperymentalnych, których przeprowadzenie (na większą niż wcześniej skalę) planowane jest w najbliższym czasie.

## Literatura

- Domański Cz., *Statystyczne testy nieparametryczne*, PWE, Warszawa 1979.  
 Guala F., *The Methodology of Experimental Economics*, Cambridge University Press, Cambridge 2005.



- Kuśmierczyk P., *First-price sealed-bid auction with additional price negotiations: Theoretical analyses and results of experiments*, w: *Global Challenges and Policies of the European Union – Consequences of the „New Member States”*, ed. M. Piotrowska, L. Kurowski, „Research Papers of Wrocław University of Economics”, Publishing House of Wrocław University of Economics, Wrocław 2009.
- Kuśmierczyk P., *Wykorzystanie eksperymentów do badania efektywności systemów aukcyjnych*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu nr 64, „Ekonomia I”, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2009.
- Kuśmierczyk P., *Economic efficiency as one of the main objectives of auction design*, „Research Papers of Wrocław University of Economics” No. 136, *Economics 9. Macroeconomics*, ed. M. Noga, Publishing House of Wrocław University of Economics, Wrocław 2010.
- Myerson R.B., *Optimal auction design*, „Mathematics of Operations Research” 1981, vol. 6.
- Riley J.G., Samuelson W.F., *Optimal auctions*, „American Economic Review” 1981, vol. 71.
- Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r. Prawo zamówień publicznych, tekst jednolity, Dz.U. z 2007 r. nr 223, poz. 1655 z późniejszymi zmianami.