

**Donata Kopańska-Bródka**

**Tomasz Wachowicz**

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

# **POSTNEGOCJACYJNA OPTIMALIZACJA KOMPROMISU NEGOCJACYJNEGO<sup>1</sup>**

## **Wprowadzenie**

Począwszy od lat 80. ubiegłego stulecia, kiedy to narodziła się odrębna dyscyplina zwana analizą negocjacyjną [Raiffa 1982], negocjacje stały się przedmiotem intensywnego zainteresowania nauk ścisłych. Zaproponowana wówczas ogólna metodologia opisu formalnego negocjacji stała się punktem wyjścia dla tworzenia różnorodnych modeli procesów negocjacji opierających się na odmiennych założeniach oraz wykorzystujących różną aparaturę matematyczną. Z perspektywy minionych czterech dekad można wyróżnić trzy grupy narzędzi formalnych najczęściej wykorzystywanych do wspomagania negocjacji: teorię gier [por. Brams 1990], teorię podejmowania decyzji [por. Raiffa et al. 2002] oraz programowanie matematyczne [Kersten et al. 1991]. Zakres wspomagania negocjacji, związany z powyższymi narzędziami, obejmuje przede wszystkim realizację funkcji doradczych w zakresie strukturyzacji problemu negocjacyjnego, analizy preferencji negocjatorów i budowy systemu oceny ofert negocjacyjnych, analizy i oceny propozycji kompromisów (ofert negocjacyjnych), proaktywne sugerowanie negocjatorom ofert, poszukiwanie rozwiązań arbitrażowych, sprawiedliwych i satysfakcjonujących wszystkie strony konfliktu. Wraz z rozwojem narzędzi informatycznych we wspomaganiu negocjacji pojawiła się możliwość wykorzystania dodatkowych metod i narzędzi, takich jak metody heurystyczne czy elementy sztucznej inteligencji, implementacyjnie wymagających zastosowania systemów cyfrowych oraz elektronicznych generatorów liczb pseudolosowych do realizacji niezbędnego procesu obliczeniowego. Wykorzystanie tych narzędzi pozwoliło jednak rozszerzyć zakres wspomagania negocjacji o takie elementy, jak projekcja profilu negocjacyjnego/psychologicz-

---

<sup>1</sup> Praca naukowa częściowo finansowana ze środków na naukę w latach 2009-2012 jako projekt badawczy Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wzwyższego numer N N111 234936.

nego partnera, rozpoznanie jego struktury preferencji oraz strategii negocjacyjnej czy też przewidywania atmosfery rozmów i wyniku negocjacji [por. Druckman et al. 2002]. Rozwój informatyki przyczynił się również do powstania dedykowanych, komputerowych narzędzi obsługujących proces negocjacji, czyli systemów wspomagania negocjacji, nierzadko działających w architekturze rozproszonej i wykorzystującej Internet jako medium komunikacyjne oraz bazę danych niezbędną do realizacji działań wspomagających [por. Kersten i Lai 2007]. Projektowane obecnie systemy wspomagania negocjacji są w większości systemami procesowymi, czyli mają na celu wspomaganie wszystkich faz procesu negocjacji. W literaturze przedmiotu wiele miejsca poświęca się fazom prenegocjacyjnej i negocjacji właściwej, w ramach których dokonuje się analizy preferencji oraz, wykorzystując różne modele podejmowania decyzji, wspomaga negocjatorów w zakresie oceny i wyboru ofert negocjacyjnych [Raiffa 2002; Gimpel 2007]. Realizowana w ten sposób funkcja doradcza jest najbardziej rozpoznawalnym i docenianym przez negocjatorów narzędziem wspomagania implementowanym w systemach wspomagania negocjacji. Mniej uwagi poświęca się fazie postnegocjacyjnej, w której następuje zamknięcie rozmów i podpisanie wynegocjowanego kontraktu. Tymczasem implementacja modeli decyzyjnych do wspomagania pierwszych dwóch faz negocjacji pozwala również i w tej fazie wspomagać negocjatorów w zakresie analizy jakości osiągniętego porozumienia. W niewielkiej liczbie narzędzi informatycznych dokonujących analizy fazy postnegocjacyjnej wspomaganie to ogranicza się jedynie do identyfikacji rozwiązań dominujących (w sensie Paerto) uzyskany przez negocjatorów kompromis. W niektórych przypadkach narzędzia te pozwalają na ewentualną jego renegezację, jak np. w systemie Inspire [Kersten i Noronha 1999]. Nie wykorzystuje się powszechnie rozwiązań pozwalających systemom wspomagania negocjacji na proaktywne sugerowanie lepszych, efektywnych, ale jednocześnie w jakiś sposób sprawiedliwych (tj. uwzględniających różne czynniki negocjacyjne, jak siłę, czy pozycję negocjatorów) rozwiązań. Prace dotyczące efektywności wyniku negocjacji są zazwyczaj prowadzone jedynie w kontekście efektywności całego procesu negocjacji realizowanego za pomocą autonomicznych agentów negocjacyjnych [por. Park i Yang 2007].

W niniejszej pracy autorzy podejmują próbę wskazania pewnych rozwiązań, które mogłyby zostać wykorzystane do wspomagania fazy postnegocjacyjnej negocjacji dwustronnych w zakresie poprawy wynegocjowanego przez strony negocjacji kompromisu. Głównym celem pracy jest usystematyzowanie wiedzy z zakresu narzędzi analizy negocjacyjnej, w tym budowy systemu oceny ofert negocjacyjnych, zaczerpniętych z teorii gier metod wyznaczania obszaru negocjacji gry, identyfikacji wariantów efektywnych i granicy efektywnej oraz metod wyznaczania rozwiązań arbitrażowych. Autorzy starają się również po-

kazać jak niektóre z tych narzędzi można wykorzystać do wspomagania fazy postnegocjacyjnej w zakresie proaktywnego poszukiwania rozwiązania sprawiedliwego poprawiającego wynegocjowany przez strony kompromis. Przedstawiają schemat arbitrażowy Nasha oraz własny pomysł rozwiązania, opierający się na rozwiązaniu proporcjonalnych przyrostów.

Praca składa się z 4 części. W części pierwszej przybliżono idee budowy systemów oceny ofert negocjacyjnych. W części drugiej pokazano, jak wykorzystać system oceny ofert do identyfikacji rozwiązań dopuszczalnych procesu negocjacyjnego oraz jak zidentyfikować zbiór ofert Paerto-optymalnych, tj. granicę efektywną. Następnie w części trzeciej przybliżono ideę wybranych rozwiązań, które można wykorzystać w arbitrażu lub mediacji między stronami negocjacji. W ostatniej części pracy autorzy omawiają możliwość wykorzystania zaproponowanych rozwiązań do analizy postnegocjacyjnej oraz pokazują możliwość zastosowania tych rozwiązań w systemie wspomagania negocjacji Inspire.

## 1. Ocena jakości ofert negocjacyjnych

Spśród wielu narzędzi analizy negocjacyjnej najczęściej wykorzystywanymi w praktyce są modele formalne służące analizie preferencji negocjatorów. Dzięki tej analizie jest tworzony system oceny ofert negocjacyjnych. Postać takiego systemu może być różna i zależy od zaimplementowanej metody analizy preferencji. Wiele systemów wspomagania negocjacji wykorzystuje najprostszy w konstrukcji system oceny opierający się na liniowym modelu scoringowym [Keeney i Raiffa 1976], aczkolwiek znane są również inne rozwiązania, np. opierające się na metodzie AHP [por. Saaty i Alexander 1989], interaktywnych metodach definiowania krzywych indyferencji [Teich 1991] czy metodach syntetycznego przewyższania, jak ELECTRE [Roy i Bouyssou 1993]. Przegląd wybranych metod budowy systemów oceny ofert negocjacyjnych można znaleźć w pracach Wachowicza [2010a, 2010b].

W niniejszej pracy zostanie przybliżony scoringowy model liniowy (SAW<sup>2</sup>), który z formalnego punktu widzenia daje się przedstawić w postaci prostej, liniowej funkcji oceny dopuszczalnych ofert negocjacyjnych, a przy tym pozwala na prowadzenie stosunkowo zaawansowanych analiz symetrycznych całego procesu negocjacyjnego. SAW pozwala jednoznacznie ocenić jakość ofert negocjacyjnych za pomocą skalarnego kryterium syntetycznego. W klasycznej postaci może być wykorzystywany jedynie do analizy dyskretnych pro-

---

<sup>2</sup> Z ang. *Simple Additive Weighting*.

blemów negocjacyjnych, czyli takich, w których predefiniowano wszystkie kwestie negocjacyjne oraz skończone i przeliczalne zbiory poziomów realizacji tych kwestii. Chcąc zbudować system oceny opierający się na AMS, trzeba zatem dysponować zbiorem  $I$  kwestii negocjacyjnych (np. cena, termin dostawy, warunki gwarancji itp.) oraz zbiorami  $X_i$  opcji (poziomów realizacji) zdefiniowanych dla każdej kwestii ( $i=1, \dots, |I|$ )<sup>3</sup>. Filozofia budowy systemu oceny z AMS zakłada, iż każda kwestia i opcja będzie osobno oceniona przez negocjatora za pomocą pewnych abstrakcyjnych w interpretacji punktów oceny (lub użyteczności). Negocjatorzy oceniają istotność kwestii negocjacyjnych, przypisując każdej kwestii  $i=1, \dots, |I|$  wagę  $w_i$  tak, aby suma wag była równa pewnej puli punktów  $P$  wykorzystywanych w ocenie, tj.:

$$\sum_{i=1}^{|I|} w_i = P. \quad (1)$$

Następnie negocjator ocenia wszystkie opcje każdej kwestii. Opcja  $x_i^k \in X_i$  otrzymuje ocenę  $u_i(x_i^k)$  zgodną z subiektywnymi odczuciami negocjatora (im bardziej preferowana opcja, tym wyższa ocena), określającą jej jakość wyrażoną procentowo:

$$u_i(x_i^k) \in [0;1], \text{ dla } k = 1, \dots, |X_i|. \quad (2)$$

Najmniej preferowana opcja,  $x_i^{least}$ , otrzymuje ocenę 0 (daje negocjatorowi zerową satysfakcję), a najbardziej preferowana,  $x_i^{most}$ , ocenę równą 1 (daje pełną, stuprocentową satysfakcję).

Powyższe dwa etapy, ważenia kwestii i oceny opcji, tworzą główną strukturę systemu oceny ofert negocjacyjnych i pozwalają wyznaczyć ocenę każdej oferty będącej pakietem kompletnym, tj. specyfikującej poziomy realizacji wszystkich kwestii ze zbioru  $I$ . Ocena taka jest sumą jakości opcji tworzących daną ofertę  $a = [x_1^a, x_2^a, \dots, x_{|I|}^a]$  ważonych ocenami kwestii i daje się wyrazić wzorem:

$$u(a) = \sum_{i=1}^{|I|} w_i u_i(x_i^a), \quad (3)$$

gdzie  $x_i^a$  jest poziomem realizacji kwestii  $i$  zapewnianym przez ofertę  $a$ .

<sup>3</sup> Opcjami dla kwestii ceny może być zbiór przykładowych poziomów realizacji: {„5 zł”, „10 zł”, „15 zł”}.

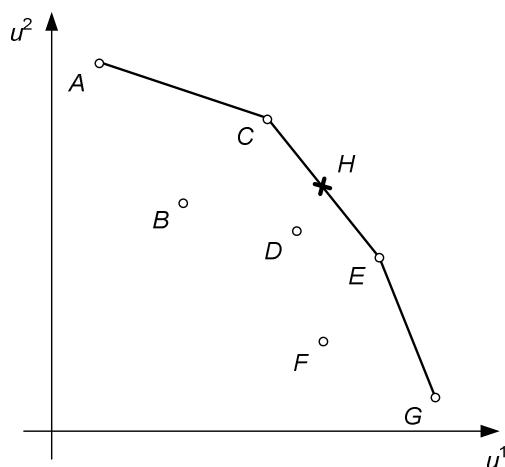
Skonstruowany w powyższy sposób system oceny ofert negocjacyjnych pozwala wspomagać negocjatora w dalszych fazach negocjacji. Daje możliwość prowadzenia tzw. analizy trade-off, uzmysławiającej „koszty” ustępstw dokonywanych na poszczególnych kwestiach i potencjalne możliwości ich rekompensaty poprzez żądania zgłaszane wobec innych kwestii. Dzięki temu w fazie prenegocjacyjnej negocjator może przygotować kilka wariantów kompromisu o zróżnicowanych poziomach realizacji kwestii, zachowując zbliżone oceny, tj. niewymagających czynienia zbyt wielkich ustępstw. Znajomość szczegółów oceny każdego wariantu jest również przydatna w fazie negocjacji właściwych, gdyż pozwala na bieżąco oceniać oferty składane przez partnera. Umożliwia również budowanie korzystnych dla wspomaganego negocjatora odpowiedzi (kontrpropozycje), gdyż analizując różnicę ocen poszczególnych opcji (prowadząc analizę trade-off) jest on w stanie zbudować ofertę wymagającą najmniejszych ustępstw z jego strony.

Znajomość systemów oceny ofert obydwu negocjatorów pozwala z kolei na prowadzenie mediacji i odpowiednią stymulację procesu negocjacyjnego (realizowaną np. przez systemy wspomaganie negocjacji). Daje ona bowiem możliwość zidentyfikowania zbioru negocjacyjnego w przestrzeni oceny obydwu stron, dokonania na nim projekcji poziomów aspiracji i poziomów zastrzeżonych oraz zidentyfikowania tych propozycji porozumienia, które mogłyby być postrzegane przez obu negocjatorów jako satysfakcjonujące. Proces identyfikacji tych wariantów zostanie przedstawiony w kolejnym rozdziale pracy.

## **2. Identyfikacja rozwiązań efektywnych i akceptowalnych w procesie negocjacji**

Dysponując systemami oceny ofert negocjacyjnych obydwu negocjatorów, każdy kontrakt (ofertę) można przedstawić jako punkt w dwuwymiarowej przestrzeni kryterialnej. Taka przestrzeń nie jest znana negocjatorom z osobna, gdyż żaden z nich nieprzymuszony nie przekaze strategicznych informacji o swych preferencjach drugiej stronie. Jakakolwiek strona trzecia (mediator, system wspomaganie negocjacji, arbiter) poproszona o wspomaganie sytuacji negocjacyjnej i której w sposób poufny strony przekazały te informacje może jednak taką przestrzeń na potrzeby własnych analiz wyznaczyć. Należy dalej przyjąć, że będzie prowadzona analiza strony trzeciej zmierzająca do wskazania negocjatorom pewnych rozwiązań jako potencjalnie atrakcyjnych kompromisów.

Racjonalność grupowa sugeruje, aby ze zbioru zidentyfikowanych w przestrzeni kryterialnej wariantów odrzucić te, które są zdominowane w sensie Pareto, tj. takie, dla których wypłaty (reprezentowane w formie wektorów o dwóch składowych  $u^1$  i  $u^2$ ) są jednocześnie gorsze dla negocjatora 1 i 2. Nie istnieją bowiem racjonalne przesłanki, aby akceptować pewien kontrakt  $a$ , podczas gdy inny kontrakt  $b$  będzie dawał wyższe wypłaty jednocześnie obydwu negocjatorom. Akceptacja wariantu  $a$  wiązałaby się z sytuacją, która w żargonie analizy negocjacyjnej jest określana mianem *pozostawienia zysków na stole negocjacyjnym* [por. Lewicki et al. 1999]. Co więcej, jeśli dysponuje się systemem oceny ofert działającym na podstawie użyteczności kardynalnych [por. Raiffa et al. 2002], wówczas należy również akceptować znaną z teorii gier ideę wariantów mieszanych [por. Watson 2004], efektem której jest stworzenie strategii mieszanej zakładającej wybór pewnego wariantu  $a$  z prawdopodobieństwem (częstością)  $p$  i wariantu  $b$  z prawdopodobieństwem  $1 - p$ . Akceptując ideę wariantów mieszanych, można w konsekwencji wykreślić ze zbioru potencjalnych wariantów porozumienia negocjacyjnego wszystkie te punkty, które leżą poza tzw. granicą efektywną<sup>4</sup>, czyli pewną krzywą wyznaczoną z punktów reprezentujących oferty czyste lub mieszane, które są niezdominowane w sensie Pareto. Taką sytuację zobrazowano na rys. 1.



Rys. 1. Warianty czyste i mieszane oraz granica efektywna

<sup>4</sup> W literaturze anglojęzycznej analizy negocjacyjnej krzywą tę nazywa się nawet granicą krańcowo efektywną (ang. *extreme efficient frontier*).

Wszystkie punkty od A do G z rys. 1 reprezentują warianty czyste (wyjściowy zbiór ofert negocjacyjnych) w przestrzeni ocen negocjatora 1 ( $u^1$ ) i negocjatora 2 ( $u^2$ ). Zgodnie z ideą Pareto-ptymalności za zdominowany (nawet jeśli negocjatorzy posługują się ocenami ze skali porządkowej) należy uznać wariant B (dominuje go C), natomiast wariant D nie jest w tej sytuacji zdominowany ani przez C, ani przez E. Dopuszczając ideę wariantów mieszanych, można jednak wyznaczyć granicę efektywną (łamana ACEG), a wówczas pewien wariant H, będący mieszkanką wariantów C i E (każdego z częstością 0,5) dominuje wariant D i ten ostatni przestaje być wariantem efektywnym.

Z punktu widzenia strony trzeciej, wspomagającej proces negocjowania, jedynymi wariantami godnymi polecenia negocjatorom jako propozycje kompromisu są tylko oferty z granicy efektywnej. W małych problemach negocjacyjnych wyznaczenie wariantów efektywnych jest proste, jednakże gdy liczba wariantów dopuszczalnych rośnie, zadanie to staje się bardziej skomplikowane. Czasochłonne może być bowiem przeglądanie całego zbioru wariantów dopuszczalnych złożonego z kilku tysięcy obiektów. W wyznaczaniu wariantów efektywnych można posłużyć się prostą analizą opierającą się na wnioskach z geometrycznej interpretacji przestrzeni wyników [por. Raiffa 1982]. Dla dowolnego kontraktu można wyznaczyć bowiem pewną sumę ważoną ocen postaci:

$$u^1(\circ) + z \cdot u^2(\circ), \quad (4)$$

gdzie  $u^n(\circ)$  oznacza ocenę tego wariantu w przestrzeni wyników negocjatora  $n$ , a  $z$  jest pewną dodatnią stałą.

Gdyby przyjąć, że przez punkt reprezentujący pewien kontrakt  $a$  przeprowadzono prostą, to współczynnik  $z$  można uznać za współczynnik kierunkowy takiej prostej. W związku z tym, jeśli dla danej stałej  $z$  kontrakt  $a$  maksymalizuje wartość formuły (4), wówczas kontrakt ten jest kontraktem efektywnym.

W przypadku negocjacji wielokryterialnych składniki sumy wyrażonej formułą (4) są same w sobie sumami ważonymi ocen opcji składowych analizowanego wariantu i wag kwestii negocjacyjnych, zadanymi wzorem (3). Mamy zatem:

$$\begin{aligned} u^1(\circ) + z \cdot u^2(\circ) &= \sum_{i=1}^{|I|} w_i^1 u_i^1(x_i^\circ) + z \cdot \sum_{i=1}^{|I|} w_i^2 u_i^2(x_i^\circ) = \\ &= \sum_{i=1}^{|I|} [w_i^1 u_i^1(x_i^\circ) + z \cdot w_i^2 u_i^2(x_i^\circ)]. \end{aligned} \quad (5)$$

W związku z tym, jeżeli poszukujemy wariantu maksymalizującego (4) przy pewnej stałej  $z$ , należy znaleźć takie opcje składowe  $x_i^\circ$  tego wariantu, które maksymalizują:

$$w_i^1 u_i^1(x_i^\circ) + z \cdot w_i^2 u_i^2(x_i^\circ), \quad (6)$$

dla każdego  $i = 1, \dots, |I|$ .

Problem polega na tym, że liczba opcji danej kwestii może być duża (w tym przypadku dla każdego  $i$  jest ich  $|X_i|$ ), a wskazanie tego efektywnego – żmudne i uciążliwe. Z pomocą w identyfikacji właściwego  $x_i^k$ , maksymalizującego (6) przyjść może tzw. analiza przyrostów<sup>5</sup> [por. Raiffa et al. 2002]. Przypuśćmy, że opcje  $x_i^k \in X_i$  zostały uporządkowane rosnąco ze względu na ocenę negocjatora 1 (a malejąco dla negocjatora 2). W związku z tym, negocjatorzy chcą zmaksymalizować (6), powinni przejść z opcji  $x_i^j$  do  $x_i^{j+1}$ , jeśli zachodzi:

$$w_i^1 u_i^1(x_i^{j+1}) + z \cdot w_i^2 u_i^2(x_i^{j+1}) \geq w_i^1 u_i^1(x_i^j) + z \cdot w_i^2 u_i^2(x_i^j). \quad (7)$$

Jeżeli formuła (7) zostanie odpowiednio zmodyfikowana, otrzyma się:

$$\frac{w_i^1 u_i^1(x_i^{j+1}) - w_i^1 u_i^1(x_i^j)}{w_i^2 u_i^2(x_i^j) - w_i^2 u_i^2(x_i^{j+1})} \geq z. \quad (8)$$

Lewa strona nierówności (8) nosi nazwę krytycznego współczynnika przejścia (KWP). Jeśli bowiem opcje każdej kwestii zostaną uporządkowane według malejącego KWP, otrzyma się listę kolejnych opcji efektywnych dla całego zakresu zmienności  $z \in (0; +\infty)$ .

Poniżej przedstawiono prosty przykład analizy przyrostów dla przykładowej kwestii ceny, dla której zdefiniowano jedynie trzy opcje („5 zł”, „10 zł”, „15 zł”). Dane zawierające oceny tych opcji dokonane przez obydwie strony negocjacji oraz analizę przyrostów przedstawia tab. 1.

Tabela 1

Przykładowa analiza przyrostów w identyfikowaniu opcji efektywnych

Opcja	Ocena		Przyrost oceny dla negocjatora 1	Spadek oceny dla negocjatora 2	KWP	Zakres	
	Negocjator 1	Negocjator 2				Od	Do
5 zł	0	1	–	–	–	1,667	$+\infty$
10 zł	0,5	0,7	0,5	0,3	1,667	0,714	1,667
15 zł	1	0	0,5	0,7	0,714	0	0,714

<sup>5</sup> Ang. *incremental analysis*.



W tab. 1 uporządkowano opcje ze względu na rosnące oceny negocjatora 1. W kolumnach 2 i 3 przedstawiono oceny opcji zgodne z systemem oceny opierającym się na AMS (por. podrozdział 1). Następnie wyznaczono przyrosty ocen negocjatora 1 (i spadki ocen negocjatora 2) związane z przejściem pomiędzy kolejnymi opcjami, a na ich podstawie KWP (kolumna 6). Z ich analizy wynika, że dla stałej  $z \geq 1,667$  w kontrakcie efektywnym powinna znaleźć się opcja ceny na poziomie 5 zł. Jeśli  $z \in \langle 0,714; 1,667 \rangle$ , wówczas kontrakt efektywny powinna tworzyć opcja ceny na poziomie 10 zł. W pozostałych przypadkach do konstrukcji wariantu efektywnego należy użyć ceny równej 15 zł. Podobną analizę trzeba wykonać dla opcji pozostałych kwestii negocjacyjnych tworzących kontrakt.

Identyfikacja kompromisów efektywnych, której jedną z metod przedstawiono w niniejszym podrozdziale, jest istotna z punktu widzenia sugerowania rozwiązań kompromisowych usprawniających wynegocjowany przez strony kompromis. Schematy arbitrażowe, omówione w kolejnym podrozdziale pracy jako rozwiązanie kompromisowe będą proponować bowiem tylko te kontrakty, które są efektywne.

### 3. Rozwiązania arbitrażowe

Idea rozwiązań arbitrażowych jest związana z teorią gier w ogólności. Była rozwijana w celu poszukiwania rozwiązań dobrze ustrukturyzowanych problemów strategicznych, w których gracze sami, kierując się racjonalnością indywidualną, nie potrafili osiągnąć porozumienia i dojść do efektywnego wyniku. Aczkolwiek pierwsze koncepcje wyznaczania takiego rozwiązania można znaleźć już u Zeuthena [1930], czyli zanim jeszcze powstała cała aksjomatyka teorii gier [von Neumann i Morgenstern 1944]. Literatura teorii gier podaje wiele propozycji wyznaczania rozwiązań gier [por. Brams 1990; Raiffa et al. 2002], jak na przykład rozwiązanie egalitarne, rozwiązanie maksymalizujące minimalną wypłatę negocjatorów lub maksymalizujące iloczyn ich wypłat [Nash 1953], czy rozwiązania opierające się na punktach groźby – Kalai–Smorodinsky’ego [1975] czy Gupty–Livne’a [1988]. W dalszej części podrozdziału zostaną przybliżone dwie wybrane koncepcje wyznaczania rozwiązania, możliwe do wykorzystania w proaktywnym wspomaganiu negocjacji.

### 3.1. Schemat arbitrażowy Nasha

Najpopularniejszym, dobrze opisanym i uzasadnionym jest schemat arbitrażowy Nasha [1950]<sup>6</sup>. Formułując swoją koncepcję rozwiązania Nash przyjął, iż wszystkie wyniki analizowanej gry dają się przedstawić na płaszczyźnie kartezjańskiej w postaci zbioru reprezentowanego przez wypukły wielobok<sup>7</sup>. Dodatkowo założył, iż w przestrzeni tej istnieje jasno zdefiniowany pewien punkt *status quo*, który będzie uznany za wynik gry w przypadku, gdy gracze nie dojdą do porozumienia samodzielnie. Nash sformułował również cztery aksjomaty jakie powinien spełniać schemat arbitrażowy: racjonalności, niezależności od przekształceń liniowych, symetrii oraz niezależności od wariantów niezwiązanych, a następnie udowodnił, iż istnieje tylko jeden schemat arbitrażowy spełniający te aksjomaty.

Zgodnie z twierdzeniem Nasha, jeżeli w przestrzeni wyników graczy jest zdefiniowany punkt *status quo* SQ o współrzędnych  $(s^1, s^2)$ , to rozwiązaniem arbitrażowym Nasha jest taki punkt  $N$  należący do wieloboku wyników, o współrzędnych  $(n^1, n^2)$ , gdzie  $n^1 \geq s^1$  i  $n^2 \geq s^2$ , który maksymalizuje wartość iloczynu:

$$(n^1 - s^1)(n^2 - s^2). \quad (9)$$

Schemat arbitrażowy Nasha ma również zaletę implementacyjną. Jest stosunkowo prosty obliczeniowo i łatwo go wykorzystać w analizie każdej gry dwuosobowej, dla której dało się wyznaczyć wielobok wypłat. W dyskretnych problemach negocjacyjnych, w których jest akceptowana koncepcja wariantów mieszanych (przestrzeń wyników jest ciągła – por. rozdział 2), mogą pojawić się jednak pewne kłopoty z interpretacją wyniku arbitrażowego Nasha. Jeśli punkt  $N$  okaże się wynikiem mieszanym, a część kwestii negocjacyjnych ma charakter jakościowy, wówczas trudno wskazać konkretną opcję tej kwestii jako rozwiązanie arbitrażowe, a mieszanie między nimi może nie mieć w ogóle sensu. Gdyby bowiem przyjąć, iż jedną z kwestii negocjowanej fuzji między dwoma przedsiębiorstwami jest ustalenie nowego znaku firmowego, a rozwiązanie arbitrażowe wymaga mieszania między znakiem ryby a znakiem konia (w częstości: 0,5; 0,5), to jak ma zatem wyglądać sugerowany przez arbitraż znak firmowy? Jeśli nawet wyobraźnia analityka sugeruje np. wykorzystanie połowy wizerunku

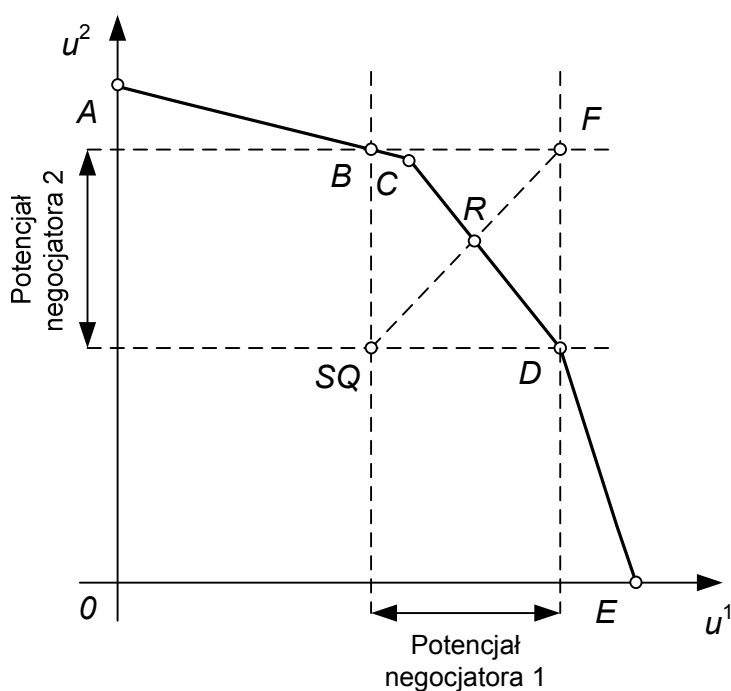
<sup>6</sup> Przystępny opis arbitrażu Nasha można znaleźć w opublikowanej w języku polskim pracy Strafina [2001].

<sup>7</sup> Analizując sytuację negocjacyjną za pomocą narzędzi zaprezentowanych w rozdziale 1 i 2, zbiór wyników negocjacyjnych można przedstawić właśnie w wymagany przez Nasha sposób.

konia i połowy ryby, to czy na nowym znaku powinna znaleźć się głowa ryby, czy jej ogon albo czy też powinny go tworzyć obydwa zwierzęta jednocześnie, każde pomniejszone dwukrotnie?

### 3.2. Rozwiązanie proporcjonalnych przyrostów (RPP)<sup>8</sup>, opierające się na potencjale negocjacyjnym

Inną, ciekawą koncepcją rozwiązania sformalizowanej sytuacji negocjacyjnej jest wykorzystanie informacji o potencjale negocjacyjnym uczestniczących stron [Raiffa 1953]. Schemat tego rozwiązania sugeruje wybór takiego kontraktu efektywnego, który pozwala obydwu negocjatorom zrealizować swoje potencjały (wyznaczone wobec punktu *status quo*) w tej samej proporcji. Ogólną ideę takiego działania zobrazowano na rys. 2.



Rys. 2. Rozwiązanie arbitrażowe opierające się na potencjale negocjacyjnym

Źródło: Na podstawie Raiffa [1982] i Raiffa et al. [2002].

<sup>8</sup> Ang. *balanced-increments solution* [Raiffa 1982].

Przez potencjał negocjacyjny rozumie się tutaj wartość wyrażoną w jednostkach oceny danego negocjatora, będącą różnicą pomiędzy maksymalną wypłatą, którą ten negocjator mógłby uzyskać przy wypłacie partnera na poziomie punktu *status quo* i jego wypłatą *status quo*. Raiffa<sup>9</sup> proponuje, aby sprawiedliwie negocjatorzy otrzymali maksymalny możliwy<sup>10</sup>, lecz jednocześnie równy procent swojego potencjału. Siłą rzeczy poszukiwanie sprawiedliwego rozwiązania ograniczy się do fragmentu granicy efektywnej (krzywa ACDE) odciętego przez wyniki punktu *status quo* negocjatorów, zwanego zbiorem negocjacyjnym gry (łamana BCD). Na rys. 2, gdzie *status quo* oznaczono przez punkt SQ rozwiązaniem proporcjonalnych przyrostów (opierających się na potencjalne negocjacyjnym) będzie zatem kontrakt reprezentowany przez punkt R.

Wyznaczenie RPP jest proste, podobnie jak wyznaczenie rozwiązania arbitrażu Nasha. Niestety, podobnie jak i w poprzednim przypadku, tak i rozwiązanie proporcjonalnych przyrostów może wskazywać na kontrakt mieszany.

W kolejnym podrozdziale pracy zostanie zaproponowane podejście polegające na wykorzystaniu dwóch powyższych metod wyznaczania rozwiązania sprawiedliwego do poprawy kontraktu wynegocjowanego przez strony w toku negocjacji właściwych.

## 4. Wykorzystanie narzędzi arbitrażowych we wspomaganium fazy postnegocjacyjnej

### 4.1. Sformułowanie problemu i sposoby wykorzystania metod arbitrażu

Przedstawione w poprzednim rozdziale metody wyznaczania rozwiązań arbitrażowych odnoszą się do sytuacji, w której graczom proponuje się pewne rozwiązanie całego problemu strategicznego jako alternatywę do prowadzenia rozmów negocjacyjnych lub gdy rozmowy takie zakończyły się fiaskiem. W takiej sytuacji opierając się na punkcie *status quo*, wyznaczonym na podstawie strategii gróźb [Nash 1953], cen zastrzeżonych [Lewicki i Litterer 1985] lub BATNA [Fisher et al. 1991], dokonuje się identyfikacji rozwiązania, które przedstawia się do akceptacji (a w niektórych przypadkach narzuca) negocjatorom. W analizowanym przez nas problemie analizy postnegocjacyjnej sytuacja jest jednak inna.

---

<sup>9</sup> Idea Raiffy jest tu bliska rozwiązaniu zaproponowanemu przez Kalai i Smorodinsky'ego [1975].

<sup>10</sup> Ograniczony jedynie granicą efektywną.

Zakładamy, że negocjatorzy byli w stanie samodzielnie wynegocjować pewien kompromis, a naszym zadaniem (jako mediatora, arbitra czy systemu wspomagania negocjacji) jest dokonanie jego poprawy, jeśli to możliwe. Aby dokonać takiej analizy negocjacyjnej, będziemy musieli założyć, iż negocjatorzy przystępując do negocjacji w fazie prenegocjacyjnej dokonali identyfikacji własnych preferencji i zbudowali indywidualne systemy oceny ofert negocjacyjnych zgodne z AMS, tak jak to pokazano w rozdziale 1. W zależności od przyjętej metody wyznaczania rozwiązania arbitrażowego proponujemy dwa scenariusze wspomagania postnegocjacyjnej optymalizacji kompromisu:

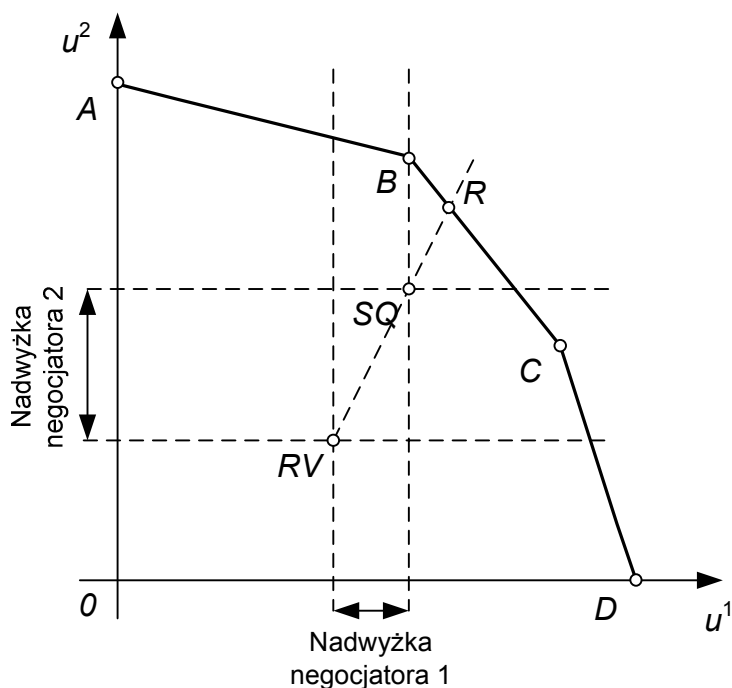
#### **Dla arbitrażu Nasha:**

Proponujemy zmianę punktu *status quo*, zwyczajowo wyznaczanego w negocjacjach przez poziomy rezerwacji wynikające z BATNA. Jako *punkt status quo* sugerujemy uznać punkt reprezentujący wynegocjowany przez strony kompromis. W fazie postnegocjacyjnej jest on bowiem ekwiwalentem wyniku negocjacji, który zostanie ostatecznie usankcjonowany, w przypadku gdy propozycja postnegocjacyjna nie będzie zaakceptowana przez obydwu negocjatorów. Następnie wyznaczamy zbiór negocjacyjny gry, korzystając z metody zaprezentowanej w podrozdziale 2 oraz sprawdzamy, który z punktów tego zbioru maksymalizuje iloczyn (9), badając kolejne odcinki łamanej tworzącej interesujący nas fragment granicy efektywnej. Wyznaczony w ten sposób punkt przekształcamy na propozycję (lub propozycje) kontraktu i prezentujemy negocjatorom.

#### **Dla rozwiązania proporcjonalnych przyrostów:**

Można zaproponować dwa alternatywne sposoby sugerowania rozwiązania postnegocjacyjnego opierającego się na RPP:

1. Pierwszy polega na zastosowaniu podejścia podobnego, jak w przypadku arbitrażu Nasha, czyli uznaniu za punkt *status quo* wynegocjowanego przez negocjatorów kompromisu, skonstruowaniu zbioru negocjacyjnego i wyznaczeniu punktu zapewniającego negocjatorom jednakowy procent ich potencjałów i maksymalizującego jednocześnie ich wypłaty.
2. Drugie podejście modyfikuje nieco ideę RPP i zamiast analizy potencjałów opiera się na analizie poziomów zastrzeżonych negocjatorów. Taka filozofia wyznaczania rozwiązania arbitrażowego odnosi się do proporcjonalnego nagradzania stron za wynegocjowanie kompromisu lepszego od przyjętych w fazie prenegocjacyjnej akceptowalnych minimów (za nadwyżkę w stosunku do poziomów zastrzeżonych). Ideę tę dobrze ilustruje rys. 3.



Rys. 3. Rozwiązanie arbitrażowe opierające się na premii za wynegocjowaną nadwyżkę

Punkt RV oznacza kontrakt minimalny, czyli poziomy zastrzeżone negocjatorów odwzorowane w przestrzeni wyników, SQ to z kolei odwzorowanie wynegocjowanego kontraktu. Chcąc zatem sprawiedliwie nagrodzić negocjatorów za wynegocjowanie kontraktu lepszego od założonego minimum, powinniśmy poszukać na granicy efektywnej punktu, w którym zbiór negocjacyjny przecina się z prostą poprowadzoną przez punkty RV i SQ. Na rys. 3 jest to punkt R.

Warto zauważyć, iż w proponowanym rozwiązaniu przyjmuje się, że wynegocjowany kompromis zapewnia stronom nieujemne nadwyżki. W przeciwnym bowiem razie racjonalny negocjator powinien nie godzić się na kompromis, gdyż zgodnie z ideą BATNA odchodząc od stołu negocjacyjnego jest w stanie zapewnić sobie wynik na poziomie RV.

Zaproponowana idea rozwiązania bazującego na premii za wynegocjowaną nadwyżkę opiera się na tej samej koncepcji sprawiedliwości, co oryginalna metoda RPP. Wynagradza ona negocjatorów w tej samej proporcji, tj. zapewnia równy odsetek nadwyżki, co jednak nie oznacza tej samej liczby punktów oceny, gdyż nadwyżki te negocjatorzy mogą mieć różne. Zmienia jedynie punkt odniesienia, wykorzystywany do wyznaczenia samego rozwiązania arbitrażowego.

W zaproponowanym przez autorów rozwiązaniu jest on niezależny od postaci granicy efektywnej i opiera się jedynie na określonych indywidualnie<sup>11</sup> najgorszych możliwych do zaakceptowania poziomach wyników.

## 4.2. Implementacja rozwiązań arbitrażowych do rozwiązania problemu postnegocjacyjnego systemu Inspire

Zaproponowane przez autorów metody poprawy wynegocjowanego kompromisu można zastosować do analizy postnegocjacyjnej w systemach wspomaganiania negocjacji, które realizują funkcję doradczą m.in. poprzez tworzenie systemu oceny ofert negocjacyjnych zgodnego z AMS. Jednym z takich systemów jest system negocjacji elektronicznych Inspire [Kersten i Noronha 1999]. Na wybranym przykładzie negocjacyjnym systemu Inspire pokażemy obecnie działanie omówionych w podrozdziale 4.1 propozycji rozwiązań arbitrażowych.

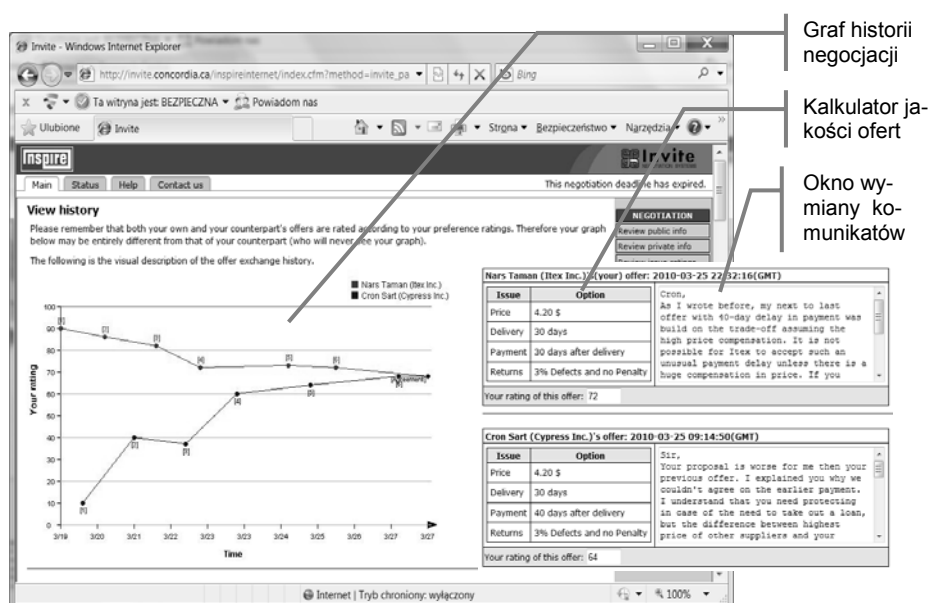
### 4.2.1. Przykład sesji negocjacyjnej systemu Inspire

W latach 2009-2010 w ramach międzynarodowego projektu GRIN [Paradis et al. 2010] przeprowadzono serię eksperymentów negocjacyjnych z wykorzystaniem systemu Inspire. Eksperyment był prowadzony na predefiniowanym, dyskretnym przykładzie dwustronnych negocjacji handlowych między przyszłymi kontrahentami<sup>12</sup>. Negocjacje miały charakter wielokryterialny, w toku rozmów ustalano zakres: ceny, terminu dostawy, terminu płatności i warunków gwarancji. System udostępniał negocjatorom narzędzia wspomaganiania fazy prenegocjacyjnej, które pozwalały na stworzenie systemu oceny ofert negocjacyjnych za pomocą hybrydowej metody pomiarów połączonych [por. Kersten i Kersten 1998]. Metoda ta opiera się na głównych ideach AMS i pozwala na ocenę wariantów wielokryterialnych za pomocą skalarnej oceny jakości oraz dekompozycyjną weryfikację spójności tej oceny. System Inspire w fazie negocjacji właściwych wspomaga komunikację między stronami, udostępnia negocjatorom kalkulator jakości tworzonych ofert, ocenia oferty składane przez partnera oraz wizualizuje postępy negocjacji na grafie historii negocjacyjnej. Główne elementy interfejsu systemu Inspire przedstawiono na rys. 4.

<sup>11</sup> Subiektywnie opierając się na własnych preferencjach lub obiektywnie, na podstawie rzeczywistości negocjacyjnej.

<sup>12</sup> Pełny opis funkcjonalności systemu Inspire oraz predefiniowanych przykładów negocjacyjnych wykorzystywanych przez ten system można znaleźć w pracach: [Kersten i Kersten, 1998; Wachowicz 2006].

W fazie postnegocjacyjnej, gdy negocjatorzy zakończą rozmowy kompromisem, Inspire analizuje jego efektywność i prezentuje negocjatorom możliwe usprawnienia tego porozumienia. Jeżeli lista wariantów dominujących wynegocjowane przez strony rozwiązanie<sup>13</sup> jest większa niż 7, wówczas system przedstawia jedynie 7 rozwiązań, które tworzy z kilku ofert faworyzujących każdą stronę z osobna, jak również z ofert proporcjonalnie poprawiających wyniki stron. Sam system Inspire nie dokonuje proaktywnej sugestii rozwiązania końcowego, pozostawiając sprawę ostatecznego wyboru rozwiązania postnegocjacyjnego dalszym ustaleniom między stronami (tzw. postnegocjacja).



Rys. 4. Inspire – narzędzia wspomagające negocjatora w fazie negocjacji właściwych

Źródło: Dane projektu GRIN.

Poniżej zostanie przedstawiony przykład proaktywnego wygenerowania rozwiązania arbitrażowego dla pewnej pary negocjacyjnej, która ukończyła negocjacje w systemie Inspire i stoi przed problemem wyboru rozwiązania postnegocjacyjnego. Struktury preferencji wspomaganých stron, tj. sprzedawcy części rowerowych – firmy Itex (ID94) oraz producenta rowerów – firmy Cypress (ID93)<sup>14</sup> przedstawiono w załączniku 1 (kolumny 1, 2, 3 i 4 tab. Z1). Strony korzystając z modułu komunikacyjnego systemu wynegocjowały kompromis przedstawiony w tab. 2.

<sup>13</sup> Inspire prezentuje jedynie rozwiązania czyste i nie przedstawia negocjatorom rozwiązań mieszanych.

<sup>14</sup> ID93 i ID94 to nazwy systemowe negocjatorów w bazie danych projektu GRIN.



Tabela 2

## Kompromis negocjacyjny negocjatorów ID93 i ID94

Kwestie	Kompromis	Ocena Itex (ID94)	Ocena Cypress (ID93)
Cena	4,02 USD	35	30
Termin dostawy	20 dni	0	25
Termin płatności	40 dni po dostawie	5	14
Warunki zwrotów	przy 3% uszkodzeń, bez kary	8	2
Ocena kompromisu:		<b>48</b>	<b>71</b>

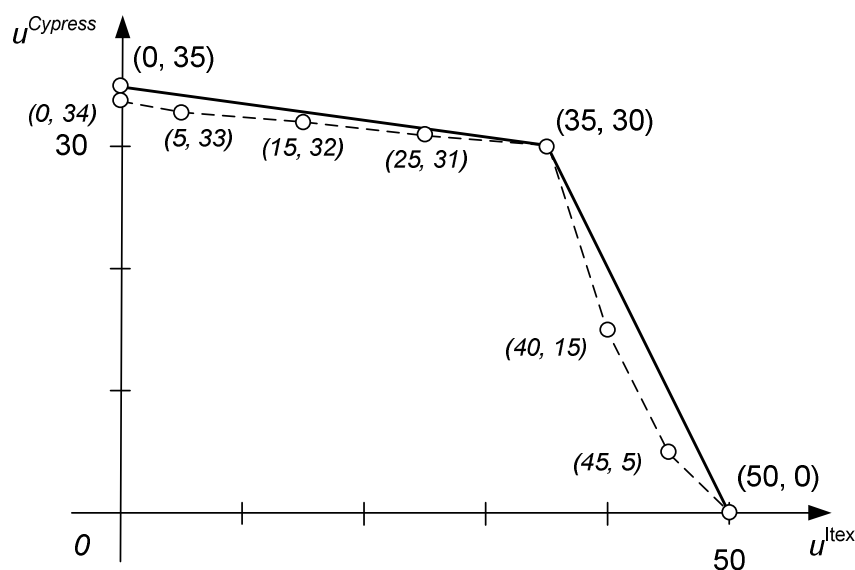
Źródło: Dane projektu GRIN.

Mimo przedstawionych przez Inspire możliwości poprawy wyniku (system zidentyfikował 14 innych kontraktów dominujących wynegocjowany kompromis), negocjatorzy nie podjęli postnegocjacji i postanowili pozostać przy wynegocjowanym wcześniej kompromisie. System Inspire, wobec braku zaimplementowanych narzędzi postnegocjacyjnych, nie mógł zasugerować żadnego rozwiązania arbitrażowego negocjatorom.

#### 4.2.2. Analiza postnegocjacyjna uzyskanego wyniku

W podrozdziale tym zostanie przeprowadzona identyfikacja granicy krańcowo efektywnej dla przedstawionego wcześniej problemu negocjacyjnego, ustalony zbiór negocjacyjny oraz zasugerowana postnegocjacyjna poprawa tego kompromisu. Korzystając z procedury identyfikacji granicy krańcowo efektywnej (podrozdział 2) i opierając się na systemach oceny ofert obydwu negocjatorów (załącznik 1), wyznaczamy krytyczny współczynnik przejścia (KWP), porządkując uprzednio opcje w ramach kwestii według rosnących ocen negocjatora ID94. Jeśli na tak uporządkowanej liście znajdują się opcje zdominowane wektorowo, lub które nie zachowują porządku malejącego dla KWP – co oznacza, że taka opcja również jest zdominowana – należy usunąć je z listy opcji efektywnych<sup>15</sup>. Szczegółowe wyniki analizy przedstawiono w załączniku 1 (kolumna 5 tab. Z1). Wynika z nich przykładowo, iż dla kwestii ceny są zdominowane wszystkie opcje z wyjątkiem trzech: 3,45 USD, 4,20 USD i 5,00 USD. Sytuację tę dobrze obrazuje wykres granicy efektywnej dla tej kwestii (rys. 5), gdzie punkty reprezentujące opcje zdominowane (połączone linią przerywaną) znalazły się pod krzywą granicy efektywnej (linia ciągła).

<sup>15</sup> Po każdorazowym usunięciu opcji zdominowanej konieczna jest rekalkulacji KWP dla pozostałych na liście opcji.



Rys. 5. Granica efektywna i opcje zdominowane dla kwestii ceny

Mając zidentyfikowane opcje efektywne porządkujemy je wszystkie na jednej liście według przeliczonego dla opcji efektywnych, malejącego KWP. Otrzymana w ten sposób lista ma tę właściwość, iż zawiera kolejne opcje, które włączone do kontraktu negocjacyjnego wywołują przyrost oceny negocjatora Itex (spadek dla Cypress). Jeśli więc założyć, iż rozpoczynamy identyfikację wariantów efektywnych od kontraktu, który przypisuje negocjatorowi Itex najgorsze dla niego rozwiązanie (w naszym przypadku skutkuje oceną 0) i konsekwentnie daje Cypress wypłatę 100, wówczas wskazana przez listę kolejność opcji wyznacza jednocześnie zasady modyfikacji wyjściowej oferty pozwalające uzyskać kolejne kontrakty efektywne. Listę uporządkowanych opcji i odpowiadające im kontrakty efektywne przedstawiono w tab. 3.

Tabela 3

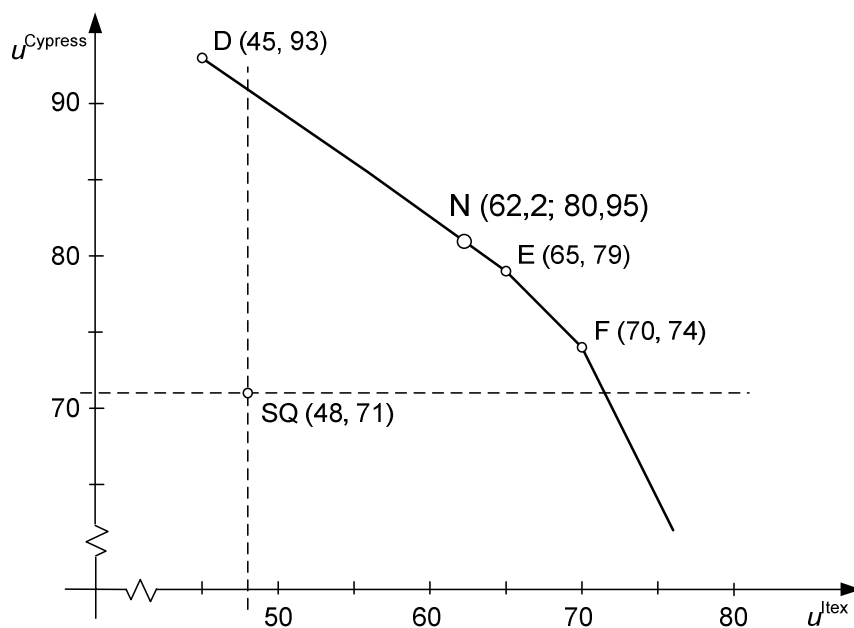
Opcje efektywne i skojarzone z nimi kolejne kontrakty efektywne

Lp.	Kwestia	Opcja	KWP	Kontrakt krańcowo efektywny				Ocena kontraktu	
				Cena	Termin dost.	Termin płatn.	Zwroty	Itex	Cypress
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A				3,45	20	60 dpd	5% usz. 4% kar.	5	100
B	Cena	4,20 USD	7,00	4,20	20	60 dpd	5% usz. 4% kar.	35	95

cd. tabeli 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	Termin dostawy	30 dni	5,00	4,20	30	60 dpd	5% usz. 4% kar.	40	94
D	Termin płatności	40 dni po dostawie	5,00	4,20	30	40 dpd	5% usz. 4% kar.	45	93
E	Termin płatności	Przy dostawie	1,43	4,20	30	Przy dostawie	5% usz. 4% kar.	65	79
F	Zwroty	5% uszkodzeń, 2% kary	1,00	4,20	30	Przy dostawie	5% usz. 2% kar.	70	74
G	Cena	5,00 USD	0,50	5,00	30	Przy dostawie	5% usz. 2% kar.	85	44
H	Termin dostawy	60 dni	0,42	5,00	60	Przy dostawie	5% usz. 2% kar.	95	20
I	Zwroty	Jakiegokolwiek uszk. bez kary	0,26	5,00	60	Przy dostawie	Jak. usz. bez kary	100	1

Zgodnie z ideą poszukiwania rozwiązań arbitrażowych (podrozdział 3) z listy 9 powyższych czystych kontraktów efektywnych interesować nas będą jedynie dwa warianty znajdujące się w zbiorze negocjacyjnym (tj. dominujące wynegocjowany kompromis  $SQ = (48, 71)$ ), czyli E i F, wraz z niektórymi kontraktami mieszanymi wariantów D i G (por. rys. 6 i tab. 3).



Rys. 6. Zbiór negocjacyjny gry i rozwiązanie arbitrażowe Nasha

### Postnegocjacyjne rozwiązanie arbitrażowe Nasha

Poszukiwanie pierwszej propozycji rozwiązania arbitrażowego, opierającego się na rozwiązaniu przetargowym Nasha, polega na sprawdzeniu, który ze zidentyfikowanych czystych wariantów efektywnych maksymalizuje formułę (9). Z prostych obliczeń otrzymuje się:

- dla E:  $(65 - 48) \cdot (79 - 71) = 17 \cdot 8 = 136$ ,
- dla F:  $(70 - 48) \cdot (74 - 71) = 22 \cdot 3 = 66$ .

Najwyższą wartość iloczynu uzyskano dla punktu E. Należy zatem jeszcze sprawdzić, czy na odcinkach dochodzących do punktu E (DE i EF) nie znajdują się kontrakty mieszane, które maksymalizowałyby iloczyn (9). Znajdujemy zatem postacie funkcji liniowych opisujących zależność wartości:

$$u^{Cypress} = X \cdot u^{Itex} + Y. \quad (10)$$

KWP dla odcinka DE wynosi 1,43 (por. tab. 3), zatem współczynnik kierunkowy prostej przechodzącej przez DE będzie równy  $X = -\frac{1}{1,43} = -0,7$ .

Podstawiając dalej współrzędne punktu E do wzoru (10) wyznaczamy parametr Y i ostateczną postać przebiegającej przez DE:

$$u_{DE}^{Cypress} = -0,7 \cdot u_{DE}^{Itex} + 124,5. \quad (11)$$

W analogiczny sposób wyznaczamy postać prostej przebiegającej przez EF i otrzymujemy:

$$u_{EF}^{Cypress} = -u_{EF}^{Itex} + 144. \quad (12)$$

Chcąc znaleźć maksimum iloczynu (9) podstawiamy do niego zależność (11) i (przyjmując  $n^1 = u^{Itex}$  oraz  $n^2 = u^{Cypress}$ ) otrzymujemy, a następnie wyznaczmy pierwsze pochodne otrzymanych wyrażeń i przyrównujemy je do 0:

- dla DE:

$$(u_{DE}^{Itex} - 48) \cdot (-0,7u_{DE}^{Itex} + 124,5 - 71) = -0,7u_{DE}^{Itex^2} + 87,1u_{DE}^{Itex} + 2568, \quad (13)$$

$$\left( -0,7u_{DE}^{Itex^2} + 87,1u_{DE}^{Itex} + 2568 \right)' = -1,4u_{DE}^{Itex} + 87,1 = 0. \quad (14)$$

Z rozwiązania równania (14) i z podstawienia do (11) otrzymujemy:  $u_{DE}^{Itex} = 62,2$  oraz  $u_{DE}^{Cypress} = 80,95$ .

– dla EF:

$$(u_{EF}^{I\text{tex}} - 48) \cdot (-u_{EF}^{I\text{tex}} + 144 - 71) = -u_{EF}^{I\text{tex}^2} + 121u_{EF}^{I\text{tex}} + 3504, \quad (15)$$

$$\left( -u_{EF}^{I\text{tex}^2} + 121u_{EF}^{I\text{tex}} + 3504 \right)' = -2u_{EF}^{I\text{tex}} + 121 = 0. \quad (16)$$

Z rozwiązania równania (16) i z podstawienia do (12) otrzymujemy:  $u_{DE}^{I\text{tex}} = 60,5$  oraz  $u_{DE}^{Cypress} = 63,5$ .

Z obliczeń wynika, iż punkt maksymalizujący (15) leży poza odcinkiem EF, zatem rozwiązaniem arbitrażowym Nasha będzie kontrakt N wyznaczony ze wzoru (14), zapewniający stronom wypłaty (62,2; 80,95). Jest to kontrakt mieszany składający się w 0,14 części z kontraktu D i w 0,86 części z kontraktu E (mieszamy warianty D i E w stosunku 1:6,14). Jako że rozwiązaniem Nasha jest kontrakt mieszany, mogą zajść problemy interpretacyjne mieszanki opcji jakościowych składających się na kontrakty D i E. W naszym przypadku przejście z wariantu D do E polega na wymianie opcji kwestii terminu płatności z poziomu realizacji „40 dni po dostawie” na „przy dostawie”. Jest to kwestia ilościowa, wobec której (zakładając liniową postać funkcji oceny między opcjami dyskretnymi) możemy zastosować ideę opcji mieszanej wynikającej z rozwiązania arbitrażowego. Mieszamy termin 40-dniowy z częstością 0,14, z terminem 0-dniowym (płatność natychmiast), z częstością 0,86. Otrzymujemy wynik 5,6 dnia, co można zinterpretować, iż płatność musi nastąpić w 6 dniu po dostawie. Proponowany przez arbitraż Nasha kontrakt postnegocjacyjny będzie miał zatem postać przedstawioną w tab. 4 i taki właśnie mógłby zostać zaproponowany negocjatorom przez system Inspire.

Tabela 4

Arbitrażowe rozwiązanie postnegocjacyjne według arbitrażu Nasha

Kwestie	Kompromis	Ocena Itex (ID94)	Ocena Cypress (ID93)
Cena	4,20 USD	35	30
Termin dostawy	30 dni	5	24
Termin płatności	6 dni po dostawie	22,2	1,95
Warunki zwrotów	przy 5% uszkodzeń, 4% kary	0	25
Ocena kompromisu:		<b>62,2</b>	<b>80,95</b>

## Postnegocjacyjne rozwiązanie arbitrażowe proporcjonalnych przyrostów

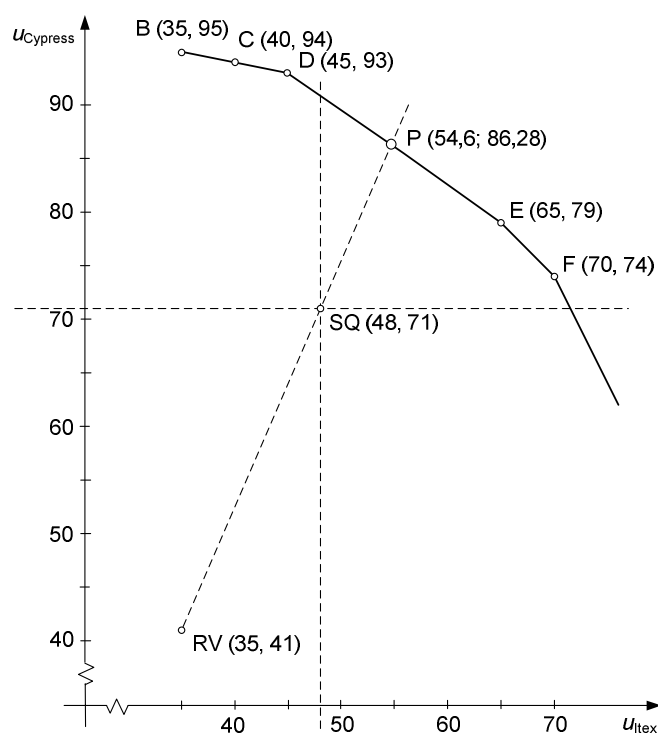
Do wyznaczenia RPP konieczna jest znajomość poziomów zastrzeżonych, czyli założeń co do minimalnych progów opłacalności negocjacji. W systemie Inspire negocjatorzy w fazie prenegocjacyjnej definiują tzw. oferty odejścia, które później system przelicza na punkty oceny zgodne z systemem oceny ofert negocjacyjnych. W przypadku negocjatorów ID94 i ID93 punkt poziomów zastrzeżonych RV będzie miał współrzędne (35, 41) i wobec niego zastosujemy procedurę proporcjonalnego wynagradzania za nadwyżkę.

Znając współrzędne punktów RV i SQ wyznaczamy, korzystając ze wzoru (10), postać prostej przebiegającej przez te punkty. Da się ją zapisać formułą:

$$u_{Cypress}^{RV-SQ} = 2,31u_{Ilex}^{RV-SQ} - 39,85. \quad (17)$$

Chcąc wyznaczyć RPP wystarczy zbadać, w którym miejscu prosta (17) przecina się ze zbiorem negocjacyjnym gry. Okazuje się, iż ma to miejsce na odcinku DE, który wyznacza prosta (11). Budując układ równań z formuł (11) i (17) ustalamy punkt przecięcia P (54,6; 86,28). Kontrakt odpowiadający punktowi P będzie podobny w konstrukcji do rozwiązania postnegocjacyjnego przedstawionego w tab. 4, różnić się będzie jedynie poziomem rozwiązania dla kwestii terminu płatności. Rozwiązanie P jest rozwiązaniem mieszanym kontraktów D i E w proporcji 10,4:9,6, zatem wymaga terminu płatności na poziomie  $20,8 \approx 21$  dni po dostawie. Interpretację graficzną procedury poszukiwania RPP dla negocjatorów systemu Inspire przedstawiono na rys. 7.

Rozwiązanie w postaci punktu P mogłoby być zaproponowane negocjatorom w systemie Inspire alternatywnie do rozwiązania Nasha, w zależności od przyjętego przez system kryterium rekomendacji. W porównaniu z rozwiązaniem Nasha RPP faworyzuje nieco bardziej stronę Cypress (wydłuża termin płatności, co jest mniej korzystne dla dostawcy), jeżeli jednak przyjąć, iż system ma wynagradzać negocjatorów za ich osiągnięcia i zaangażowanie negocjacyjne, wówczas RPP byłoby rekomendowane w miejsce rozwiązania Nasha.



Rys. 7. Zbiór negocjacyjny gry i rozwiązanie proporcjonalnych przyrostów

## Podsumowanie

W niniejszej pracy usystematyzowano pewien obszar wiedzy z zakresu analizy negocjacyjnej i postnegocjacyjnej poprzez zaprezentowanie najczęściej stosowanych narzędzi analitycznych służących realizowaniu funkcji doradczej lub mediacyjnej w negocjacjach dwustronnych. Są to głównie narzędzia wielokryterialnej analizy decyzyjnej i teorii gier, gdyż dobrze nadają się do opisywania sytuacji strategicznych, w których ważną rolę odgrywa zarówno asymetryczny (indywidualny) aspekt procesu związany z analizą decyzyjną i modelowaniem preferencji indywidualnych negocjatorów, jak również aspekt symetryczny – związany z organizowaniem współpracy i stymulowaniem negocjatorów do osiągania efektywnych i sprawiedliwych rezultatów. Omawiając zarówno metody analizy preferencji, jak i arbitrażu skupiono się na najpopularniejszych narzędziach: addytywnym modelu scoringowym oraz schemacie arbi-

trażowym Nasha, aczkolwiek starano się również zaproponować pewne bardzo proste rozwiązanie alternatywne, wynikające z innych podejść do wyznaczania rozwiązania kooperacyjnego gry.

W opinii autorów rozwijanie podobnych narzędzi postnegocjacyjnych jest niezwykle istotne. Jak pokazują bowiem wyniki projektu GRIN [Paradis et al. 2010] jedynie 7% par negocjacyjnych, które zakończyły fazę negocjacji właściwych nieefektywnym kompromisem decyduje się na renegocjacje i próbę jego poprawy na etapie postnegocjacyjnym. Jak tłumaczy większość z nich, nie chcą rezygnować z postaci kontraktu, o który walczyli w negocjacjach. W połączeniu z sytuacją, kiedy to strona trzecia (system wspomaganie negocjacji, mediator) nie wskazuje im jednoznacznie konkretnego usprawnienia wynegocjowanego kompromisu, nie wydaje się więc dziwne, iż negocjatorzy wolą pozostawić pewne korzyści na stole negocjacyjnym i odejść w poczuciu dobrze wykonanej pracy niż oddawać się analizie innych wariantów i po raz kolejny doprowadzać do konfrontacji z partnerem. Wydawać się może, iż gdyby strona trzecia rekomendowała z uzasadnieniem pewne rozwiązania lepsze, wówczas łatwiej byłoby negocjatorom zaangażować się w proces postnegocjacji.

Autorzy mają świadomość, iż zaproponowane rozwiązania, zastosowane do dyskretnych problemów negocjacyjnych, mogą w rezultacie prowadzić do wyników kłopotliwych w interpretacji. Problem ten jest mniej istotny, gdy ma się do czynienia z kwestiami negocjacyjnymi natury ilościowej, przy kwestiach jakościowych jednak idea wariantów mieszanych może być trudna do obronienia, w szczególności, jeśli danej kwestii nie sposób zamienić pewnym ekwiwalentem chociażby natury porządkowej. Wobec tego autorzy będą zmierzać do weryfikacji aplikacyjności, użyteczności i działania zaproponowanych narzędzi, implementując je w prototypowym systemie wspomaganie negocjacji TOBANS [Wachowicz 2011] jako alternatywne narzędzie wspomagające postnegocjacje.

## Literatura

- Brams S.J. (1990): *Negotiation Games: Applying Game Theory to Bargaining and Arbitration*. Routledge, New York.
- Druckman D., Harris R., Ramberg B. (2002): *Computer-Assisted International Negotiation: A Tool for Research and Practice*. „Group Decision and Negotiation”, No. 11.
- Fisher R., Ury W., Patton B. (1991): *Getting to Yes*. 2nd ed. Penguin, New York.
- Gimpel H. (2007): *Preferences in Negotiations. The Attachment Effect*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg.



- Gupta S., Livne Z.A. (1988): *Resolving a Conflict Situation with a Reference Outcome: An Axiomatic Model*. „Management Science”, No. 34(11).
- Kalai E., Smorodinsky M. (1975): *Other Solutions to Nash's Bargaining Problem*. „Econometrica”, No. 43(3).
- Keeney R.L., Raiffa H. (1976): *Decisions with Multiple Objectives*. Wiley, New York.
- Kersten G., Kersten M. (1998): *Komputerowe wspomaganie i badanie procesów negocjacyjnych*. „Zagadnienia Naukoznawstwa”, No. 2 (136).
- Kersten G., Michalowski W., Cray D., Lee I. (1991): *An Analytic Basis for Decision Support in Negotiations*. „Naval Logistic Research”, 38.
- Kersten G.E., Lai H. (2007): *Negotiation Support and E-Negotiation Systems*. „Group Decision and Negotiation”, No. 16(6).
- Kersten G.E., Noronha S.J. (1999): *WWW-Based Negotiation Support: Design, Implementation And Use*. „Decision Support Systems”, 25.
- Lewicki R., Saunders D., Minton J. (1999): *Negotiation*. MacGraw-Hill, Boston.
- Lewicki R.J., Litterer J. (1985): *Negotiation*. Irwin, Homewood.
- Nash J. (1950): *The Bargaining Problem*. „Econometrica”, No. 18.
- Nash J. (1953): *Two-Person Cooperative Games*. „Econometrica”, No. 21
- Neumann J. von, Morgenstern O. (1944): *Theory of Games and Economic Behaviour*. Princeton University Press, Princeton.
- Paradis N., Gettinger J., Lai H., Surboeck M., Wachowicz T. (2010): *E-Negotiations via Inspire 2.0: The System, Users, Management and Projects*. In: *Group Decision and Negotiations 2010. Proceedings*. Ed. de G.J. Vreede. The Center for Collaboration Science, University of Nebraska at Omaha.
- Park S., Yang S.B. (2008): *An Efficient Multilateral Negotiation System for Pervasive Computing Environments*. „Engineering Applications of Artificial Intelligence”, 21.
- Raiffa H. (1953): *Arbitration Schemes for Generalized Two-Person Games*. In: *Contributions to the Theory of Games*. Vol II. Eds. H.W.Kuhn, A.W. Tucker. Princeton University Press, Princeton.
- Raiffa H. (1982): *The Art and Science of Negotiation*. Harvard University Press, Cambridge.
- Raiffa H., Richardson J., Metcalfe D. (2002): *Negotiation Analysis*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge.
- Roy B., Bouyssou D. (1993): *Aide multicritère à la decision: Méthodes et cas*. Economica, Paris.
- Saaty T.L., Alexander J.M. (1989): *Conflict Resolution: The Analytic Hierarchy Approach*. Praeger, New York.
- Straffin P.D. (2001): *Teoria gier*. Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa.
- Teich J. (1991): *Decision Support for Negotiation*. Sunny Bufflo, Bufflo.
- Wachowicz T. (2006): *E-negocjacje. Modelowanie, analiza i wspomaganie*. Wydawnictwo AE, Katowice.
- Wachowicz T. (2010a): *Metody i narzędzia wspomagania fazy prenegocjacyjnej*. „Decyzje”, 14.
- Wachowicz T. (2010b): *Decision Support In Software Supported Negotiations*. „Journal of Business Economics and Management”, 11(4).

- Wachowicz T. (2011): *TOPSIS Based Negotiation Offers' Scoring Approach For Negotiation Support Systems*. *Proceedings of the EWG-DSS London-2011 Workshop on Decision Support Systems*. Eds. F. Dargam, B. Delibasic, J.E. Hernández, S. Liu, R. Ribeiro, P. Zaraté. London, June 23-24, 2011.
- Watson J. (2004): *Strategia. Wprowadzenie do teorii gier*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- Zeuthen F. (1930): *Problems of Monopoly and Economic Warfare*. Routledge, London.

## ZAŁĄCZNIK 1

### Struktura preferencji uczestników eksperymentu negocjacyjnego

W tab. Z1 przedstawiono oceny opcji i kwestii negocjatorów ID94 (Itex) i ID93 (Cypress) dla dyskretnego problemu negocjacyjnego w systemie Inspire. W systemie tym negocjatorzy dokonują oceny punktowej opcji w sposób nieco inny od przedstawionego w podrozdziale 1 pracy. Zamiast oceniać procentowo jakość każdej opcji, dokonują oni dystrybucji punktów (wag) przypisanych w kroku pierwszym do kwestii negocjacyjnych. Pula punktów przypisywanych kwestiom w Inspire wynosi 100. W takiej sytuacji oceny opcji są wartościami z przedziału  $[0, w_i]$ . Na przykład, ocena opcji 4,45 USD przez stronę Itex w systemie Inspire przybrała wartość 45, a waga kwestii ceny (ocena opcji najkorzystniejszej) wyniosła 50. W strukturze systemu oceny ofert przedstawionym w podrozdziale 1 ocena tej opcji wynosiłaby wówczas  $\frac{45}{50} = 0,9$ .

W kolumnie 5 tabeli opcje, dla których KWP oznaczono symbolem „-” są opcjami zdominowanymi.

Tabela Z1

Struktura ocen opcji negocjatorów ID94 i ID93 wraz z KWP opcji niezdominowanych

1	2	3	4	5
Kwestia	Opcja	Ocena Itex (ID94)	Ocena Cypress (ID93)	KWP
Cena (USD)	3.45	0	35	
	3.60	0	34	-
	3.75	5	33	-

cd. tabeli Z1

1	2	3	4	5
	3.90	15	32	–
	4.05	25	31	–
	4.20	35	30	7,00
	4.35	40	15	–
	4.45	45	5	–
	5.00	50	0	0,50
Termin dostawy (dni)	20	0	25	
	30	5	24	5,00
	45	10	10	–
	60	15	0	0,42
Termin płatności (dni)	60 dni po dostawie	0	15	
	40 dni po dostawie	5	14	5,00
	30 dni po dostawie	15	2	–
	15 dni po dostawie	20	1	–
	Przy dostawie	25	0	1,43
Warunki zwrotu (gwarancja)	5% uszkodzeń, 4% kary	0	25	
	7% uszkodzeń, 4% kary	0	20	–
	5% uszkodzeń, 2% kary	5	20	1
	3% uszkodzeń, bez kary	8	2	–
	5% uszkodzeń, bez kary	10	0	–
	jakiegokolwiek uszkodzenia bez kary	10	1	0,26

Źródło: Dane projektu GRIN.

## POSTNEGOTIATION OPTIMIZATION OF THE NEGOTIATION COMPROMISE

### Summary

In this paper we discuss the possibility of applying the various game-theoretic mechanisms to support the postnegotiation analysis of the multi-issue two-party negotiation. We analyze the negotiation problem structured and evaluated by parties by means of the simple additive weighting model, which is typical approach implemented in very many negotiation support systems. In particular, we focus on such negotiation processed that result in an inefficient negotiation outcome. We show how to identify the set of efficient solutions for each negotiation problem and then, how to find the efficient improvements of the agreement that the parties have agreed on. We propose a novel mechanism of finding such improvements, that stems from Nash

bargaining solution and some previous concepts of Raiffa's potentials of the negotiators. We show an example of how this mechanism works when applied to find an improvement in bilateral negotiation supported by Inspire negotiation support system.