



University  
of Economics  
in Katowice

# Analiza i wspomaganie negocjacji – od modeli formalnych preferencji, przez behawioralne badania operacyjne do poznawczych systemów wsparcia elektronicznego

**Tomasz Wachowicz**

*Katedra Badań Operacyjnych*

*Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach*

Metody i Zastosowania Badań Operacyjnych 2023, Lipowy Most

# Plan prezentacji

- Negocjacje
- Podejście formalne w opisie i analizie negocjacji
- Fundamenty analityczne: szablon negocjacyjny i system scoringowy
- Problemy z nierzetelnym systemem scoringowym
- Behavioralne badania operacyjne – jak dojść do tego co determinuje rzetelność decyzyjną negocjatorów?
- Usprawniony holistyczny protokół wsparcia redukujący wymagania poznawcze
- System eNego, eksperymenty negocjacyjne i wyniki
- Podsumowanie

# Negocjacje

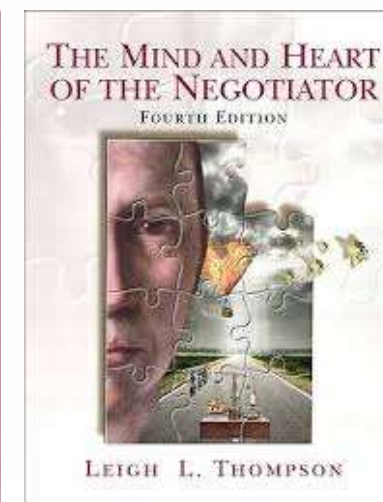
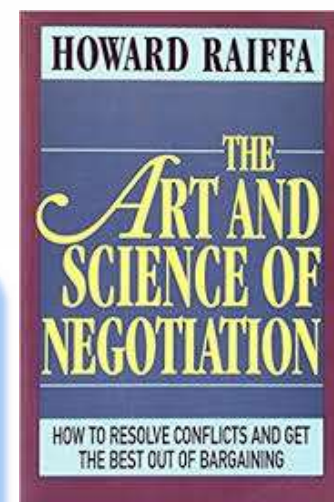
## Czym są?

- Negocjacje to:
  - ... zwrotny proces **komunikowania** się w celu osiągnięcia **porozumienia**, gdy ty i druga strona związani jesteście pewnymi **interesami**, z których jedne są **wspólne**, a inne **przeciwstawne** (Fisher et al. 2016)
  - ... proces w którym **wpływamy na innych** aby **zrealizować własne cele**, biorąc jednocześnie pod uwagę **cele innych** (Lewicki et al. 2003)
- Ale także:
  - ... **interpersonalny proces podejmowania decyzji** niezbędny w sytuacji, gdy nie możemy osiągnąć swoich celów samodzielnie, w którym strony decydują **jak podzielić rzadkie zasoby** (Thompson, 1995, 2015)

# Negocjacje

## Sztuka i Nauka / Rozum i serce

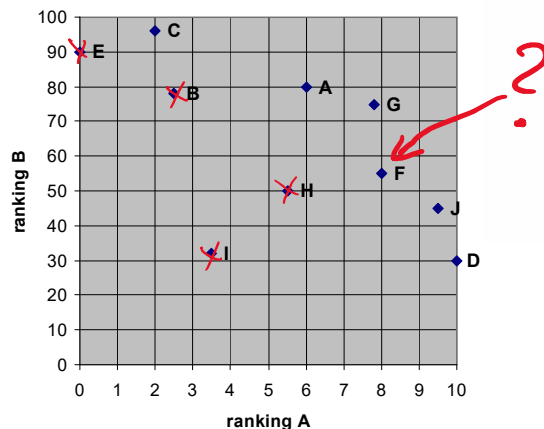
- **Dwie komplementarne perspektywy patrzenia** na negocjacje zwracają uwagę na różne ich elementy odgrywające rolę w kształtowaniu procesu dochodzenia do porozumienia:
  - **behavioralna** – zorientowana na elementy „miękkie”, dotyczące kulturowych, demograficznych i społecznych aspektów negocjacji, budowania relacji między stronami negocjacji, procesu komunikacji, stylu negocjowania, wykorzystywanych technik prowadzenia rozmów i argumentacji, itp.
  - **formalna** – zorientowana na wymierne elementy negocjacji, „ekonomiczny” rezultat, pomiar jego wartości, mechanizmy poszukiwania lub sugerowania rozwiązań (sprawiedliwych, zbilansowanych itp.), analizę efektywności kompromisu, budowanie podwalin pod mechanizmy arbitrażu lub mediacji, itp.



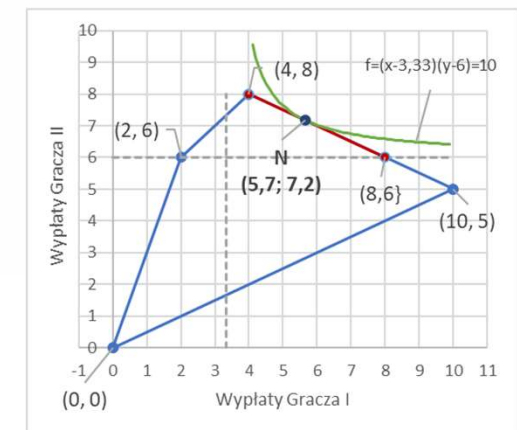
# Negocjacje

## Opis formalny – historia (I)

- Vilfredo **Pareto** (1896), *Cours d'économie politique* – koncepcja użyteczności porządkowej i efektywności dla problemów wielu decydentów (!)
- John **von Neumann** i Oskar **Morgenstern** (1944), *Theory of games and economic behavior* – wieloosobowe gry i koncepcje ich rozwiązywania
- John **Nash** (1950), *Two-person cooperative game* – koncepcja rozwiązania sprawiedliwego w problemie kooperacyjnym



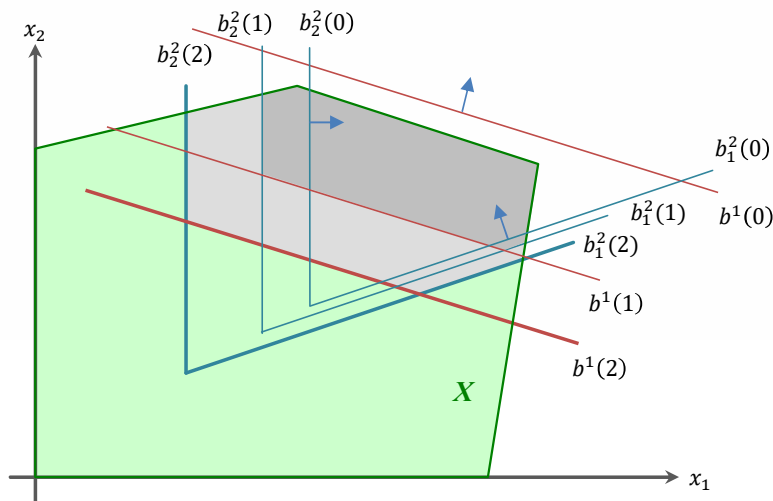
Gracz I	Gracz II	
	Lewa	Prawa
Górna	(4, 5)	(10, -6)
Dolna	(12, 7)	(5, 9)



# Negocjacje

## Opis formalny – historia (II)

- Grzegorz E. **Kersten** i Tomasz **Szapiro** (1986), *Generalized approach to modeling negotiations* – model dynamiki negocjacji z uwzględnieniem efektów presji



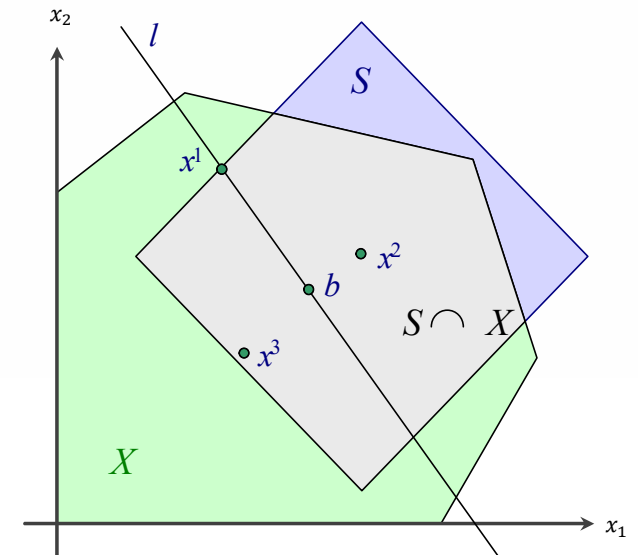
- Grzegorz E. **Kersten**, Wojtek **Michałowski**, David **Cray** i Ian **Lee** (1991), *An Analytic Basis for Decision Support in Negotiations* – rekomendacje ofert i odpowiedzi

$$\beta \rightarrow \max$$

$$x \in X$$

$$C^1 x \geq C^1 x^1$$

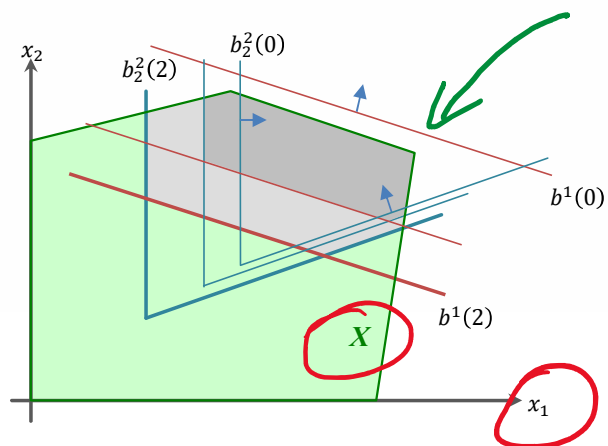
$$L(x, x^2) + \beta = L(x^1, x^2)$$



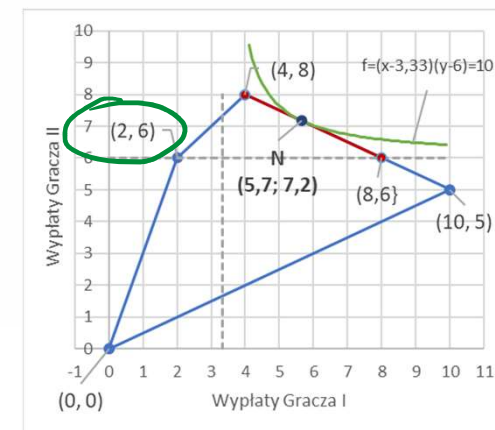
# Negocjacje

## Co zasila podejście formalne?

- Całe podejście formalne – realizowane w ramach subdyscypliny **analiza negocjacyjna** (Raiffa et al. 2002) – wykorzystuje fakt, iż negocjatorzy są w stanie dobrze zdefiniować:
  - problem negocjacyjny i jego strukturę (tzw. szablon negocjacyjny)
  - preferencje wobec elementów szablonu



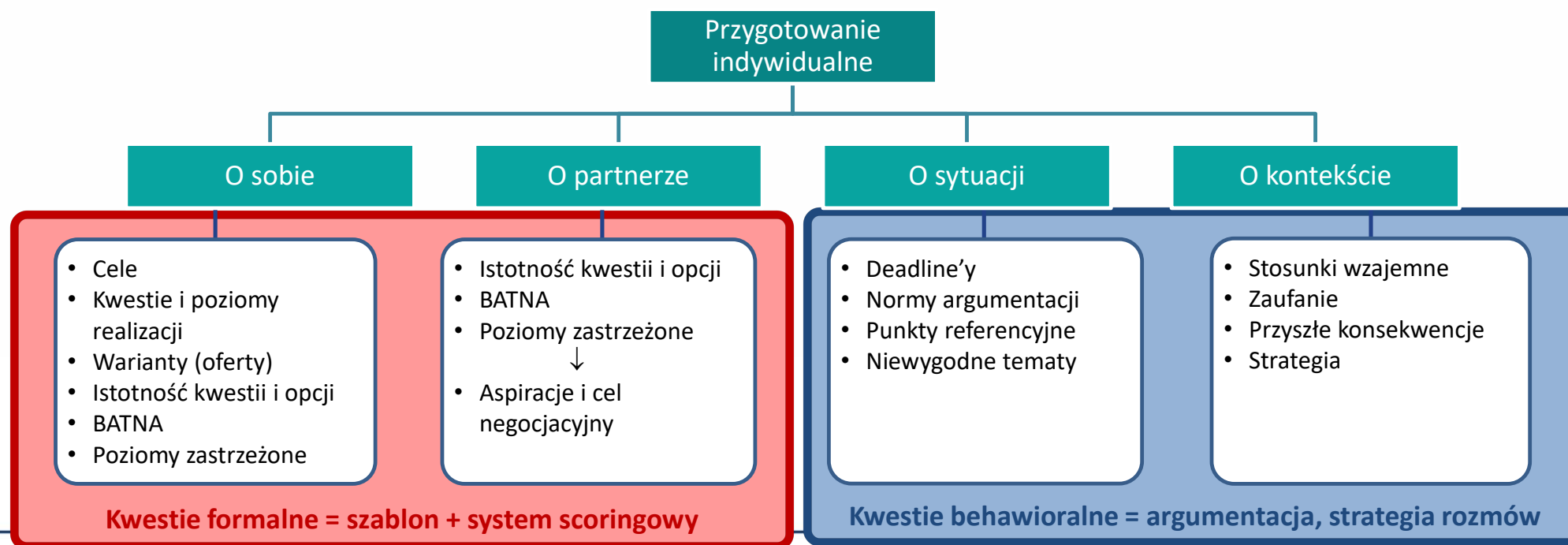
Gracz I	Gracz II	
	Lewa	Prawa
Górna	(4, 5)	(10, -6)
Dolna	(12, 7)	(5, 9)



# Negocjacje

## Prenegocjacyjne przygotowanie

- Teoria negocjacji uwzględnia potrzeby analizy negocjacyjnej, formułując explicite rekomendacje prenegocjacyjnego przygotowania uwzględniające czynności związane z przygotowaniem szablonu negocjacyjnego i systemu oceny ofert negocjacyjnych (Zartman 1989, Simons and Tripp 2005)





# Szablon i system scoringowy

- **Szablon negocjacyjny**  $\mathbb{T}$  definiuje podstawową strukturę problemu negocjacyjnego za pomocą:
  - zbioru  $m$  **kwestii** negocjacyjnych:  $G = \{G_i\}_{i=1,\dots,m}$
  - $i$  zbiorów  $n_i$  **opcji istotnych** predefiniowanych dla każdej kwestii:  $X_i = \{x_{ij}\}_{i=1,\dots,m;j=1,\dots,n_i}$
- Podstawowy dla analizy negocjacyjnej jest **addytywny model preferencji** opisujący priorytety negocjatora wobec elementów  $\mathbb{T}$
- **System scoringowy**  $\mathbb{S}$  opisuje ilościowo preferencje negocjatora za pomocą:
  - zbioru **ocen istotności kwestii** (wag):  $V = \{v_i\}_{i=1,\dots,m}$
  - $i$  zbiorów **ocen (ratingów) opcji** kwestii:  $V_i = \{v_{ij}\}_{i=1,\dots,m;j=1,\dots,n_i}$
- $\mathbb{S}$  pozwala ocenić **przestrzeń negocjacyjną** zdefiniowaną na podstawie  $\mathbb{T}$ :

$$\mathbb{N} = \prod_{i=1,\dots,m} X_i$$

# Tworzenie systemów scoringowych

- Literatura przedmiotu klasycznie rekomenduje podejścia bazujące na **ratingu bezpośrednim** (*direct rating*) do budowy systemów scoringowych, jak np. SMARTS (Edwards and Barron 1994)

**Wspomaganie decyzji wielokryterialnych**  
 Badawczo-dydaktyczny serwis internetowy / ankieta elektroniczna

Strona główna  
 Zarejestruj się w ankiecie  
 Wypełnij ankietę  
 Projekty badawcze  
 Polityka prywatności

**Ocena opcji metodą SMART**  
 Status Twojej ankiety | Zakończ wypełnianie ankiety (wyloguj)

Metoda SMART (*Simple Multiple attribute Rating Technique*) jest jedną z najprostszych metod wielokryterialnej analizy decyzyjnej. Algorytm metody wymaga od decydenta przypisania do każdej opcji oceny punktowej, opisującej atrakcyjność tej opcji. Dla każdego kryterium opcja najbardziej preferowana musi otrzymać ocenę równą 100 punktom (maksymalną użyteczności), a opcja najmniej - 0 punktów. Pozostałe opcje otrzymują punkty z przedziału <0; 100>, które odpowiadają subiektywnej ocenie jakości tej opcji.

Kryterium: Koszt wynajmu miesięcznie (odstępne)	
Opcja	Ocena (max=100, min=0)
1000 zł	100
1300 zł	75
1350 zł	33
1700 zł	0

WK	„Mapa”	„Przewodnik”	„Gra planszowa – Przemysłowice”	„Zwiedzanie Edu”	„Zestaw gadżetów”
WK nr 1					
WK nr 2					
WK nr 3	50	50	100	0	0
WK nr 4	0	100	20	80	0
WK nr 5	50	100	0	100	0
WK nr 6	50	100	50	100	0
WK nr 7	70	100	50	0	100



Issue ( $G_i$ )	Weight ( $w_i$ )	Option ( $x_{ij}$ )	Rating ( $v_{ij}$ )
Unit price (USD)	60	125	0
		200	40
		300	60
Time of delivery (days)	15	14	0
		30	10
		60	15
Time of payment (days)	25	7	25
		14	20
		21	12
		28	0

Σ 62



# Problemy

## Decydenci i ich behawioralne i poznawcze ograniczenia (I)

- **Ograniczenia poznawcze** negocjatorów mają wpływ na wykorzystywanie heurystyk i popełnianie błędów w definiowaniu szablonu i jego oceny z wykorzystaniem klasycznych metod ratingowych, co sprawia, iż systemy ratingowe okazują się niewiarygodne:
  - **ślepotą pozauwagowa (*inattentional blindness*)** (Kersten et al. 2017)
  - **błąd zaokrągleń (*round numer bias*)** (Kersten et al. 2018)
  - **efekt prezentacji** (Wachowicz et al. 2019)
  - **efekt tendencji centralnej (*central tendency bias*)** (Pimentel 2019; Roszkowska, Wachowicz 2022)

Issue: unit price (\$)	
Option ( $x_{ij}$ )	Rating ( $v_{ij}$ )
125	0
175	40
200	<del>67</del> → 70
250	<del>82</del> → 80
300	100



# Problemy

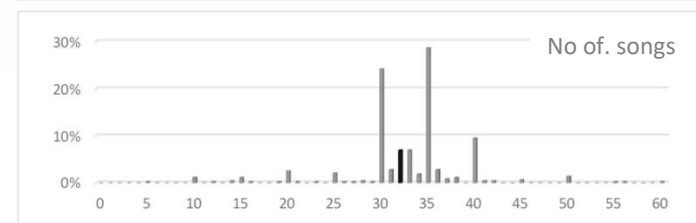
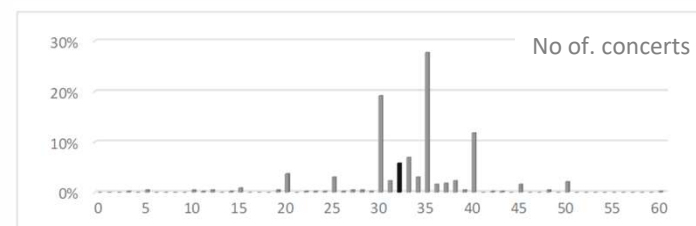
## Decydenci i ich behawioralne i poznawcze ograniczenia (II)

- Negocjatorzy wykorzystują powszechnie **zaokrąglenia** (round numbers – RN) na szerokich skalach ilościowych, mimo iż **nie oddają one dobrze struktury preferencji**, którą mają reprezentować (Kersten, G.E.; Roszkowska, E.; Wachowicz, T. (2018). *Representative Decision-Making and the Propensity to Use Round and Sharp Numbers in Preference Specification*. Lecture Notes in Business Information Processing, 315, pp. 43–55.)

- 70% negocjatorów Fado wykorzystało RN do zbudowania systemu wag dla kwestii negocjacyjnych,
- Systemy ratingowe tych, którzy posługiwali się niezaokrąglonymi ocenami (SN) były istotnie bardziej dokładne ( $p < 0.05$ ) od tych którzy wykorzystywali RN częściowo (MIX) lub całkowicie:

$$\overline{CII}_{SN}^{SN} = 58.06; \overline{CII}_{MIX}^{SN} = 67.7; \overline{CII}_{RN}^{SN} = 71.17$$

W badaniu eksperymentalnym Inspire (433 negocjatorów)



# Problemy

## Decydenci i ich behawioralne i poznawcze ograniczenia (III)

- Negocjatorzy są nieodporni na **efekty myślenia szybkiego** i poddają się **ślepcie pozauwagowej i efekcie framingu** tworząc system scoringowy w elektronicznym systemie wsparcia (Kersten, G.E.; Roszkowska, E.; Wachowicz, T. (2017). *The Heuristics and Biases in Using the Negotiation Support Systems*. Lecture Notes in Business Information Processing, 293, pp. 215–228)

### Importance of the four issues:

You asked Ms. Sonata to think aloud about the importance of issues. She said this is quite easy; every issue is important to her. But, she added, she really does not want to have too many **promotional concerts**, so it is very important for her that she has as few concerts as possible. Ms. Sonata says that she must write as many **new songs** as she can ...

Preference information

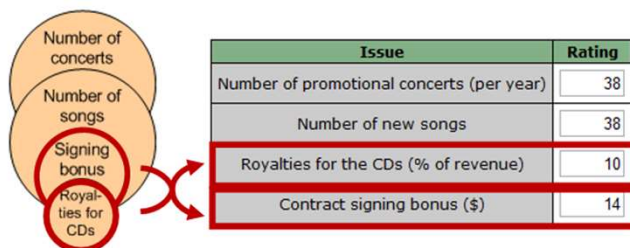


Table for declaring issue weights

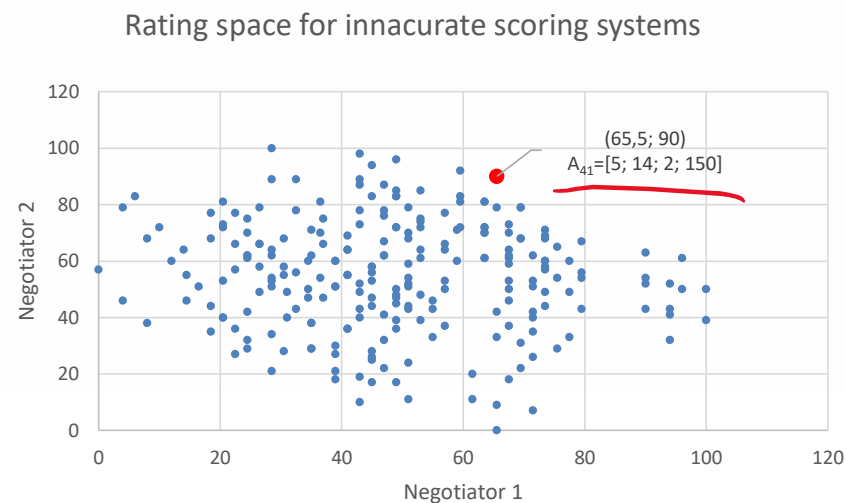
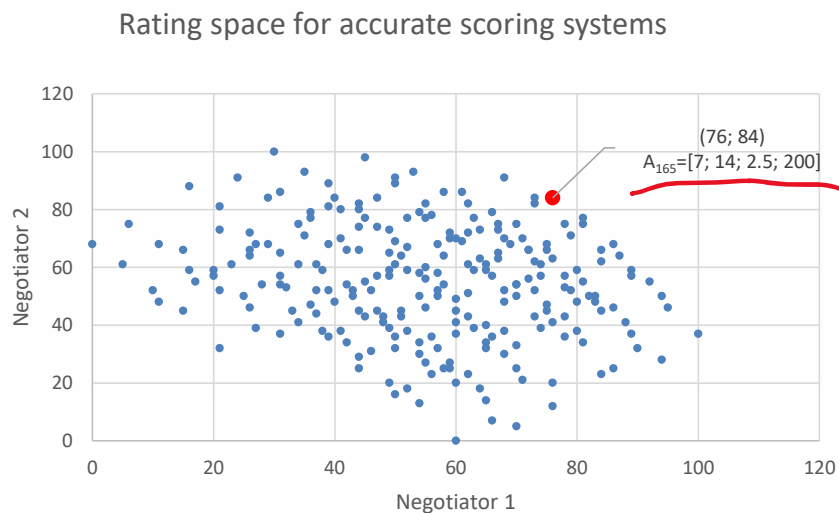
- 35% negocjatorów Fado nie zauważyło zamiany kolejności deklaracji preferencji w systemie Inspire i popełniło błąd w deklaracji wag, tj.:

$$w_{royalties} > w_{bonus}$$

- 51,3% negocjatorów Fado nie zachowało warunku  $w_{songs} = w_{concerts}$  co można traktować jako efekt framingu (elementy szablonu omawiano od najistotniejszych do najmniej istotnych)

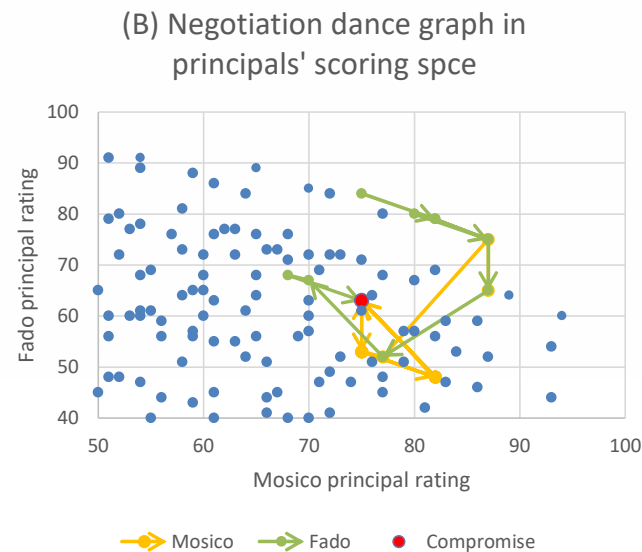
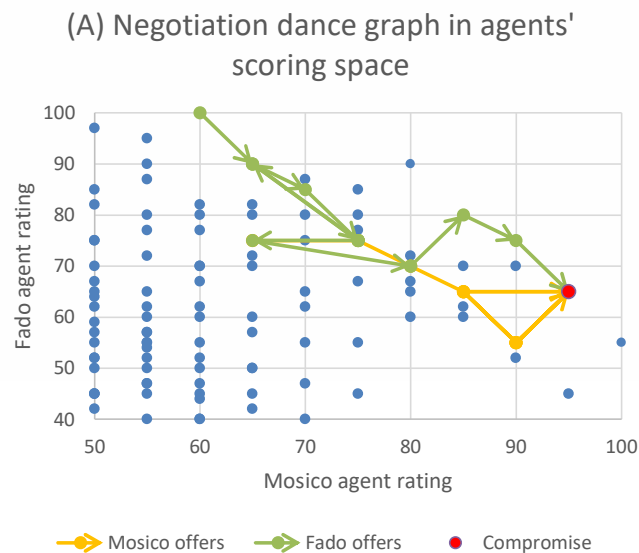
# W rezultacie

- Nierzetelne systemy ratingowe prowadzą do **błędnego lub nieprecyzyjnego wsparcia** asymetrycznego i symetrycznego oferowanego negocjatorom:
  - Identyfikacja **sprawiedliwych rozwiązań kompromisowych**



# W rezultacie

- Nierzetelne systemy ratingowe prowadzą do **błędnego lub nieprecyzyjnego wsparcia** asymetrycznego i symetrycznego oferowanego negocjatorom:
  - Śledzenie **historii ustępstw** i analiza **efektywności kontraktu**



# Jak zatem wspomagać negocjacje lepiej?

- W jaki sposób zorganizować decyzyjne wsparcie prenegocjacyjne, aby **unikać błędów** deklaracji i analizy preferencji?
- Czy **inne techniki wielokryterialne** i **dedykowane protokoły prenegocjacyjne** na nich bazujące mogą okazać się bardziej efektywne we wspomaganie negocjacji, tj.:
  - zapewnić systemy ratingowe **adekwatnie reprezentujące** preferencje negocjatorów (i oferować **wiarygodne wspomaganie negocjacji**)
  - **zredukować wymagania poznawcze** czyniąc narzędzie łatwiejszym do wykorzystania przez negocjatorów o różnych profilach kognitywnych?



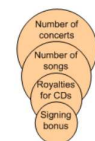
# Behawioralne badania operacyjne

## Analizy eksperymentalne – dwa przypadki

- Aby odkryć **wpływ czynników behawioralnych i poznawczych** na efekty wspomagania negocjacji realizowaliśmy serie eksperymentów z wykorzystaniem **systemu Inspire** oraz **systemu wwd**:
- **Inspire** - negocjacje reprezentatywne, szablon (4 kwestie, predefiniowane opcje), predefiniowane preferencje pryncypała, mechanizm *direct rating*:
- **wwd** - problem pojedynczego decydenta, predefiniowane warianty, predefiniowane preferencje, różne techniki (AHP, TOPSIS, SMARTS):

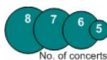
### Importance of the four issues:

- It is clear that the most important issue is the **number of promotional concerts**. This is because successful concerts are critical to the artists' popularity and approval ratings. Without the concerts the agency cannot establish the artist in a particular market.
- Almost as important an issue is the **number of new songs**. Obviously the artist has to produce new songs to be recognized and accepted.
- **Royalties for CDs** are less important; some managers note that they are only half as important as the number of songs.
- The **contract signing bonus** is the least important issue. It is less important than the royalties for CDs. This is because the agency views a contract as an investment opportunity that can bring in many of millions of dollars. The bonus size is seen as a token of appreciation, but obviously within limits.
- The illustration of the issue importance is given in the figure.



#### 1. Number of promotional concerts

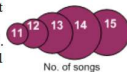
This is the most important issue for the management. The more concerts the better for WorldMusic. From your discussion with the management, it follows that 5 concerts is significantly worse than 6 and more. Less than 5 makes little sense in the entertainment business.



#### 2. Number of new songs

It is a long established practice that too few songs are disastrous but too many are also not profitable. The best number of songs is 14; 14 songs make two full CDs.

15 songs are worse than 14 because it is considered somewhat too many. 13 songs are almost as good as 15. 12 songs are worse than 13 because 13 songs allow the discarding of the worst song if necessary. Having 11 new songs is the worst option because only one CD can be produced.



#### 3. Royalties for CDs

Royalties strongly depend on the artist's present standing. Typically, WorldMusic pays between 2.0% and

AHP

Pair		Which is better?	Degree of preference
Option A	Option B		
1 room + kitchen	2 rooms (including 1 room with kitchenette)	Option A equivalent Option B	 B is moderately better than A

SMART

Option	Score (max=100, min=0)
700 PLN	<input type="text" value="100"/>

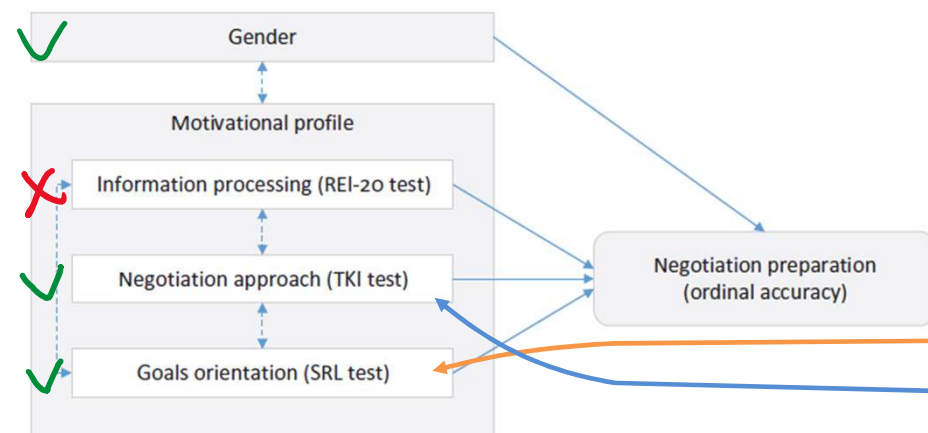
TOPSIS

Option	Score
2 rooms (including 1 room with kitchenette)	

# Behawioralne badania operacyjne

## Analizy eksperymentalne (I)

- Badania na danych eksperymentalnych systemu Inspire potwierdzają **zależność występowania błędów** od pewnych **elementów profilu poznawczo-behawioralnego** negocjatora (Roszkowska, E.; Kersten, G.E.; Wachowicz, T. The Impact of Negotiators' Motivation on the Use of Decision Support Tools in Preparation for Negotiations. *International Transactions in Operational Research* 2023, 30, 1427–1452)



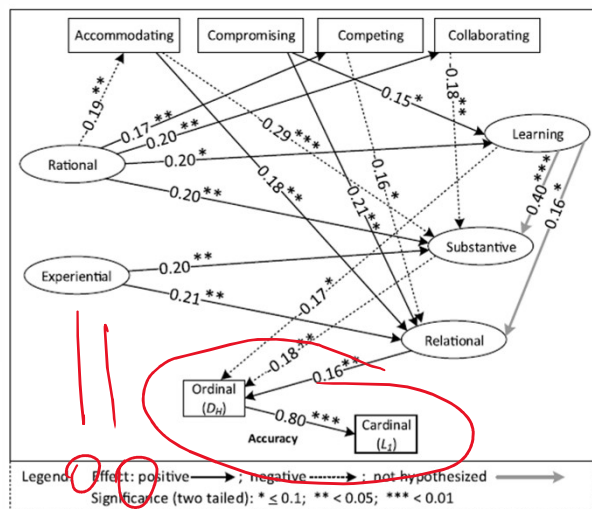
Wyniki estymacji modelu regresji logistycznej

Variable	$\beta$	Standard error	Wald	df	Sig.	exp( $\beta$ ) (odds ratio)	95% confidence interval	
							Lower	Upper
<b>Model 1</b>								
Intercept	-0.815	0.158	26.481	1	<0.001			
cREL	-0.427	0.165	6.682	1	0.010	0.653	0.472	-0.427
cLEARN	0.720	0.231	9.742	1	0.002	2.055	1.307	0.720
cACCOM	-0.173	0.073	5.623	1	0.018	0.841	0.729	-0.173
<b>Model 2</b>								
Intercept	-0.698	0.201	12.089	1	0.001			
GENDER	-0.293	0.355	0.680	1	0.410	0.746	0.372	1.497
cREL	-0.403	0.182	4.903	1	0.027	0.668	0.468	0.955
cLEARN	0.612	0.253	5.837	1	0.016	1.844	1.122	3.029
cCOMP	0.174	0.087	4.023	1	0.045	1.190	1.004	1.410
cACCOM	0.003	0.101	0.001	1	0.974	1.003	0.824	1.222
GENDER × cCOMP	-0.392	0.141	7.712	1	0.005	0.676	0.513	0.891
GENDER × cACCOM	-0.533	0.201	7.012	1	0.008	0.587	0.395	0.871
cLEARN × cCOMP	0.224	0.097	5.373	1	0.020	1.251	1.035	1.511

# Behawioralne badania operacyjne

## Analizy eksperymentalne (II)

- Skala błędów (lub jakość systemu scoringowego) pozostaje w skomplikowanej strukturalnej zależności w stosunku do **elementów profilu poznawczo-behawioralnego** negocjatora (Kersten, G.E.; Roszkowska, E.; Wachowicz, T. *How Well Agents Represent Their Principals' Preferences: The Effect of Information Processing, Value Orientation, and Goals*. In *Collective Decisions: Theory, Algorithms And Decision Support Systems*; Szapiro, T., Kacprzyk, J., Eds.; Studies in Systems, Decision and Control; Springer International Publishing: Cham, 2022; pp. 119–151)



**Table 3** Standardized total effect

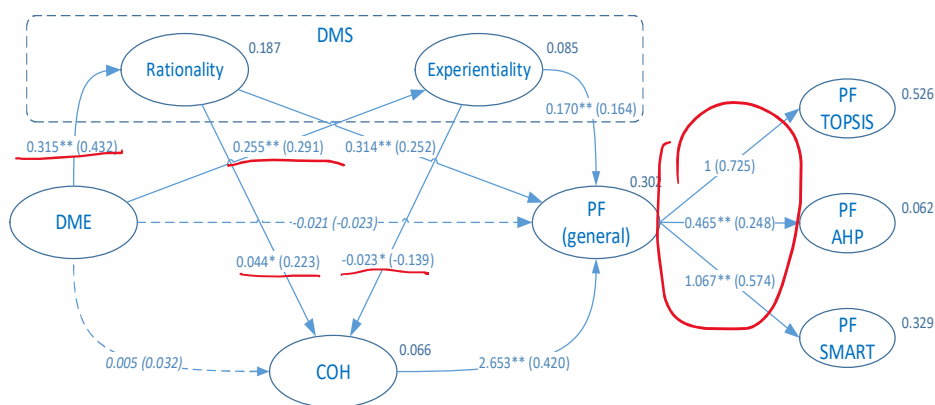
	Epistemic motivation		Social motivation				Identity motivation			Accuracy
	Rational	Experient	Accommod	Compr	Compet	Collab	Learn	Subst	Relat	$D_H$
Accommod	-.190	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
Competing	.174	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
Collaborating	.204	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
Learning	.202	.000	.000	.146	.000	.000	.000	.000	.000	.000
Substantive	.300	.198	-.286	<b>.059</b>	.000	-.181	.405	.000	.000	.000
Relational	<b>-.028<sup>#</sup></b>	.213	.179	.230	-.156	.000	.163	.000	.000	.000
DH	<b>-.094</b>	<b>-.002<sup>#</sup></b>	<b>.081</b>	<b>.001<sup>#</sup></b>	<b>-.025</b>	<b>.033</b>	-.221	-.181	.160	.000
L1	<b>-.075</b>	<b>-.001<sup>#</sup></b>	<b>.064</b>	<b>.001<sup>#</sup></b>	<b>-.020</b>	<b>.026</b>	<b>-.176</b>	<b>-.145</b>	<b>.128</b>	.799

<sup>#</sup> – total effect insignificant, i.e.,  $p > 0.1$ ; bolded indirect effect only

# Behawioralne badania operacyjne

## Analizy eksperymentalne (III)

- Zdolność do **poprawnego posługiwania się metodami wspomaganego decyzyjnego i subiektywna ocena użyteczności** metod pozostają w strukturalnej zależności w stosunku do **elementów profilu poznawczo-behawioralnego negocjatora** (Wachowicz T., Roszkowska, E.; Filipowicz-Chomko M. On the influence of decision-making style and experience on the use, evaluation, and recommendation of multiple criteria decision-making methods. *Operations Research and Decsions* (po recenzji))

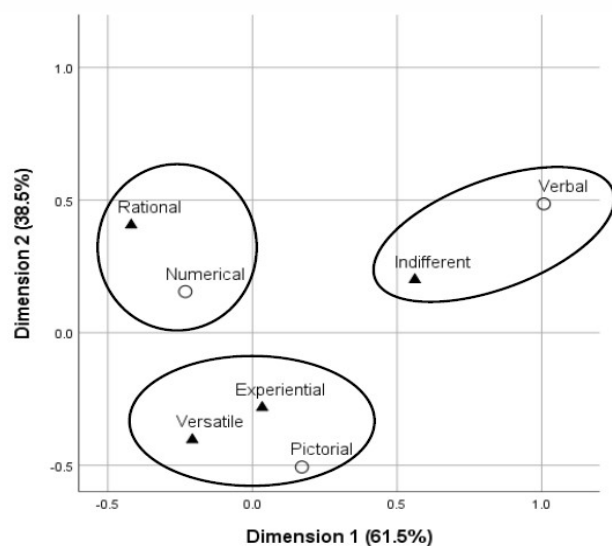


Którą metodę byś wybrał(a) ...?	Średnia odpowiedź						
	DME	Experient.	Rationalit.	COH	PF SMART	PF AHP	PF TOPSIS
AHP (N=219)	2.249	2.371	2.488	0.207	4.568	4.693	4.777
SMART (N=169)	2.310	2.283	2.608	0.220	5.347	4.216	5.096
TOPSIS (N=355)	2.380	2.427	2.554	0.209	4.643	4.281	5.168
K-W test	0.017	0.049	0.032	0.307	<0.001	<0.001	<0.001

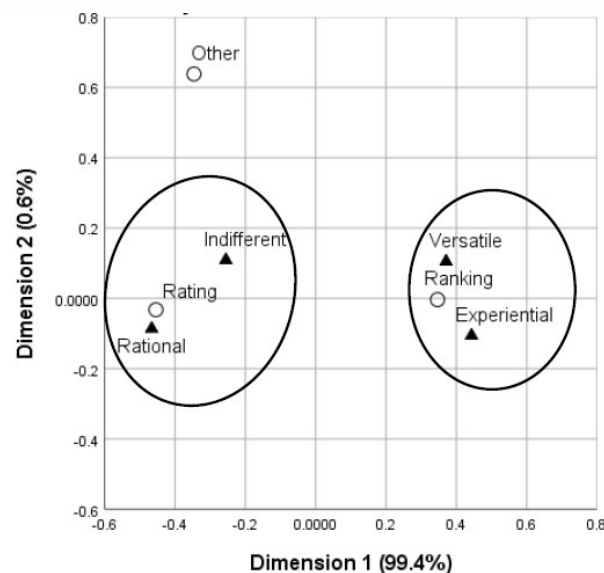
# Behawioralne badania operacyjne

## Analizy eksperymentalne (IV)

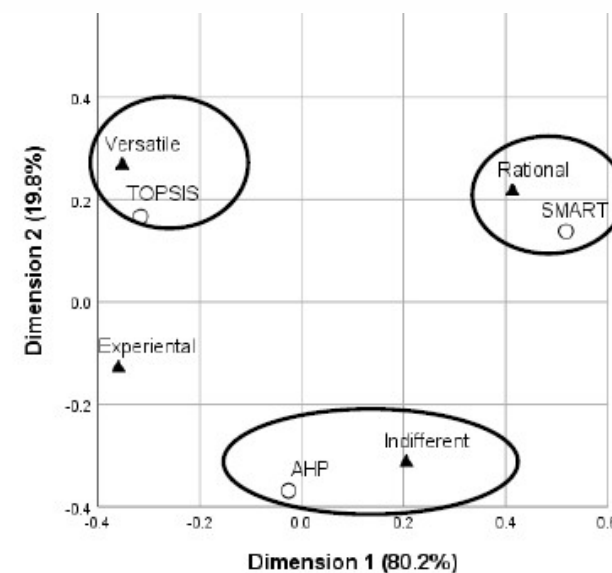
- Preferowane sposoby interakcji z narzędziami wsparcia, deklarowania i reprezentowania preferencji a profil poznawczo-behawioralny decydenta (Roszkowska, E.; Wachowicz, T. Cognitive Style and the Expectations Towards the Preference Representation in Decision Support Systems. *Lecture Notes in Business Information Processing* 2019, 351, 163–177)



Profil a formy deklarowania preferencji



Profil a formy reprezentowania wyników



Profil najlepsza metoda wsparcia

# Podejście uwzględniające ograniczenia poznawcze

## Protokół prenegocjacyjny wykorzystujący podejście holistyczne

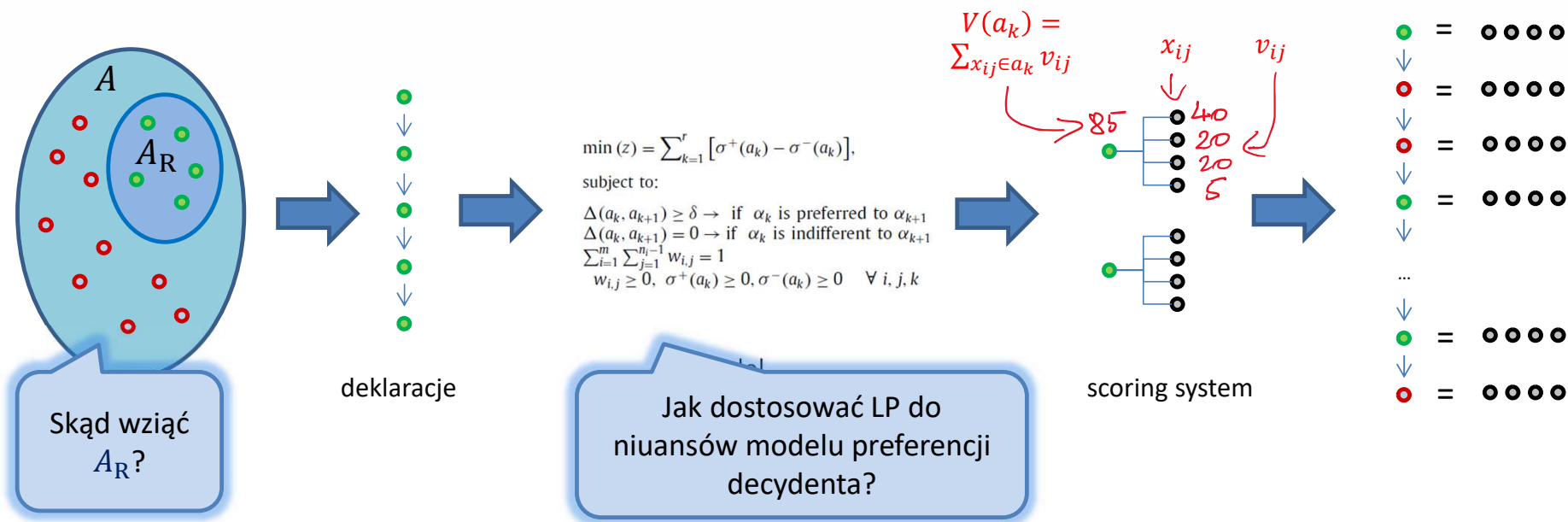
- **Podejście holistyczne** bazuje na paradygmacie dezagregacji preferencji i pozwala na pośrednie deklarowanie preferencji (Jacquet-Lagrèze, Siskos 1978)
- Jest uważane za **mniej wymagające poznawczo** niż mechanizm oceny bezpośredniej (Deshazo & Fermo, 2002, Ciomek et al. 2017)
- **Lepiej wyjaśnia** decydentowi strukturę preferencji unaoczniając powiązania między deklaracjami a rekomendacjami (Corrente, Greco, Kadziński & Słowiński, 2013)
- **Jest lepiej dopasowane do problemów negocjacyjnych** gdyż bazuje na porównywaniu pakietów kompletnych, tj. kompleksowych propozycji kontraktów pojawiających się na stole negocjacyjnym (Jarke et al. 1987, Górecka, Roszkowska, Wachowicz 2016)
- Niektóre metody holistyczne – jak UTA\* – **nie wymagają ilościowego** deklarowania preferencji



# Podejście holistyczne

## UTA\*

- W **UTA\*** deklarowany jest jedynie **porządek wariantów referencyjnych** ( $A_R$ ) (Siskos, Yannacopoulos 1985)
- Parametry **addytywnego modelu preferencji** otrzymywane są przez **rozwiązanie programu liniowego**, a rozwiązania alternatywne są uśredniane



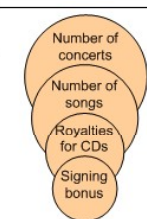
# Podejście holistyczne

## Pierwsze eksperymenty: UTA\* vs. DR

- Seria eksperymentów dla negocjacji dwustronnych (Roszkowska, E.; Wachowicz, T.; Kersten, G.E. Can the Holistic Preference Elicitation Be Used to Determine an Accurate Negotiation Offer Scoring System? A Comparison of Direct Rating and UTASTAR Techniques. *Lecture Notes in Business Information Processing* 2017, 293, 202–214.):
  - Szablon złożony z **czterech kwestii**, każda z predefiniowanymi (**od trzech do pięciu**) **opcji istotnych**
  - Uczestnicy odgrywali rolę agentów reprezentujących pryncypałów o predefiniowanych preferencjach (opisanych **werbalnie i graficznie**):

### Importance of the four issues:

- It is clear that the most important issue is the **number of promotional concerts**. This is because successful concerts are critical to the artists' popularity and approval ratings. Without the concerts the agency cannot establish the artist in a particular market.
- Almost as important an issue is the **number of new songs**. Obviously the artist has to produce new songs to be recognized and accepted.
- **Royalties for CDs** are less important; some managers note that they are only half as important as the number of songs.
- The **contract signing bonus** is the least important issue. It is less important than the royalties for CDs. This is because the agency views a contract as an investment opportunity that can bring in many of millions of dollars. The bonus size is seen as a token of appreciation, but obviously within limits.
- The illustration of the issue importance is given in the figure.



- Dwie grupy uczestników:
  - **Grupa 1:** w systemie Inspire z DR (165 studentów)
  - **Grupa 2:** UTA\* solver wymagający holistycznych deklaracji (159 studentów)



# Podejście holistyczne

## Pierwsze eksperymenty: UTA\* vs. DR

- Zgodność między systemami ratingowymi agentów ( $\mathbb{S}^A$ ) z systemem idealnie oddającym preferencje pryncypała ( $\mathbb{S}^I$ ) mierzono za pomocą:
  - **niezgodności porządkowej** bazującej na idei współczynnika korelacji rang Kendalla:

$$D_O(\mathbb{S}^A, \mathbb{S}^I) = \frac{c}{M},$$

gdzie:  $c$  – liczba zgodny par ocen kwestii i opcji w  $\mathbb{S}^A$  i  $\mathbb{S}^I$

$M$  – liczba wszystkich par opcji i kwestii negocjacyjnych wynikających z  $\mathbb{T}$

- **niezgodności kadynalnej** reprezentowanej przez znormalizowaną odległość ocen w  $\mathbb{S}^A$  i  $\mathbb{S}^I$ :

$$D_C(\mathbb{S}^A, \mathbb{S}^I) = 1 - L_1(\mathbb{S}^A, \mathbb{S}^I) / \text{avg}_{s \in \mathbb{S}^C} L_1(s, \mathbb{S}^I)$$

gdzie:  $L_1(\mathbb{S}^A, \mathbb{S}^I)$  – odległość Minkowskiego między elementami  $v_{ij}$  z  $\mathbb{S}^A$  i  $\mathbb{S}^I$ ,

$\text{avg}_{s \in \mathbb{S}^C} L_1(s, \mathbb{S}^I)$  – średniej odległości dla symulowanych losowych systemów  $s$  i  $\mathbb{S}^I$ .

# Podejście holistyczne

## Pierwsze eksperymenty: wyniki

- **Słaby wynik** klasycznego podejścia holistycznego, szczególnie gdy agenci **nie byli wspierani** w zakresie wyboru  $A_R$

Agent	Niezgodność $\mathbb{S}^A$	
	$D_O^*$	$D_C^{**}$
DR (Inspire)	0.882	0.681
Holistyczne (UTA* solver):		
• $A_R$ definiowany samodzielnie przez agentów	0.729	0.301
• $A_R$ predefiniowany przez solver	0.908	0.520

Różnica istotna  
(test Wilcoxon)

\*)  $D_O \in [0; 1]$ : 1 –  $\mathbb{S}^A$  perfectly concordant with  $\mathbb{S}^I$ ; 0 –  $\mathbb{S}^A$  extremely different from  $\mathbb{S}^I$ .

\*\*)  $D_C \in (-\infty; 1]$ : 1 – no cardinal differences between  $\mathbb{S}^A$  and  $\mathbb{S}^I$ ; 0 –  $\mathbb{S}^A$  cardinal accuracy equal to average random  $S$ .

# Podejście holistyczne

## Pierwsze eksperymenty: wyniki

- **Słaby wynik** klasycznego podejścia holistycznego, szczególnie gdy agenci **nie byli wspierani** w zakresie wyboru  $A_R$

Agent	Niezgodność $\mathbb{S}^A$	
	$D_O^*$	$D_C^{**}$
DR (Inspire)	0.882	0.681
Holistyczne (UTA* solver):		
• $A_R$ definiowany samodzielnie przez agentów	0.729	0.301
• $A_R$ predefiniowany przez solver	0.908	0.520

Także istotna różnica!  
(test Wilcoxona)

\*)  $D_O \in [0; 1]$ : 1 –  $\mathbb{S}^A$  perfectly concordant with  $\mathbb{S}^I$ ; 0 –  $\mathbb{S}^A$  extremely different from  $\mathbb{S}^I$ .

\*\*)  $D_C \in (-\infty; 1]$ : 1 – no cardinal differences between  $\mathbb{S}^A$  and  $\mathbb{S}^I$ ; 0 –  $\mathbb{S}^A$  cardinal accuracy equal to average random  $S$ .

Potrzeba usprawnienia prenegocjacyjnego protokołu holistycznego!



# Usprawnione podejście holistyczne

- **Nowy usprawniony** protokół prenegocjacyjny redukujący wymagania poznawcze został zaproponowany jako element systemu eNegotiation (Wachowicz, T.; Roszkowska, E. Can Holistic Declaration of Preferences Improve a Negotiation Offer Scoring System? *European Journal of Operational Research* 2022, 299, 1018–1032) i obejmuje:
  - **predefiniowany**  $A_R$  zgodny z zasadami analitycznymi metody **MARS** (Górecka, Roszkowska, Wachowicz 2016)
    - zbieranie **podstawowej informacji preferencyjnej** (monotoniczność marginalnych funkcji oceny)
    - zbieranie **głównej informacji preferencyjnej** (porządek ofert z  $A_R$ )
  - **modyfikację algorytmu UTA\*** dla obsługi niemonotonicznych preferencji (Wachowicz, Roszkowska 2019)
  - **procedury redukcji błędów (*debiasing*):**
    - **wskazywanie problemów** z ustaleniem spójnego systemu preferencji na podstawie uporządkowania zdefiniowanego przez negocjatora (*debiasing\_1*)
    - **Możliwość manualnego tuningu** wyników uzyskanych z modelu dezagregacyjnego UTA\* (*debiasing\_2*)

# Usprawnione podejście holistyczne

## Warianty referencyjne – podejście MARS

- **MARS** jest wielokryterialną metodą holistyczną z **predefiniowanym**  $A_R$  wykorzystującą ideę pomiaru wariantów bliskich wariantowi referencyjnemu (*Measuring Alternatives near Reference Solution*) – zwykle **wariantowi idealnemu** (Górecka et al. 2016)

Issue	Option	No	Salary	Holiday	Insurance
Salary	3 000 USD	1	6 000 USD	25 days	employer
	4 000 USD	2	6 000 USD	25 days	employee
	5 000 USD	3	6 000 USD	20 days	employer
Holiday	15 days	4	6 000 USD	15 days	employer
	20 days	5	5 000 USD	25 days	employer
Life insurance	25 days	6	4 000 USD	25 days	employer
	employee	7	3 000 USD	25 days	employer
	employer				

# Usprawnione podejście holistyczne

## Warianty referencyjne – podejście MARS

- **MARS** jest wielokryterialną metodą holistyczną z **predefiniowanym**  $A_R$  wykorzystującą ideę pomiaru wariantów bliskich wariantowi referencyjnemu (*Measuring Alternatives near Reference Solution*) – zwykle **wariantowi idealnemu** (Górecka et al. 2016)

Issue	Option	No	Salary	Holiday	Insurance
Salary	3 000 USD	1	6 000 USD	25 days	employer
	4 000 USD	2	6 000 USD	25 days	employee
	5 000 USD	3	6 000 USD	20 days	employer
Holiday	15 days	4	6 000 USD	15 days	employer
	20 days	5	5 000 USD	25 days	employer
Life insurance	employee	6	4 000 USD	25 days	employer
	employer	7	3 000 USD	25 days	employer

Porównanie wariantów =  
= proste ustępstwo na 2 kwestiach

# Usprawnione podejście holistyczne

## Niemonotoniczne preferencje (*A-type*)

- **Tuning podejścia UTA-NM** (Despotis, Zopounidis 1995) pozwala precyzyjniej uchwycić postać marginalnej funkcji oceny (Wachowicz, Roszkowska 2019):

- deklaracje najgorszej i najlepszej opcji kalibrują zakresy monotoniczności

- normalizacja ocen uwzględniona explicite w modelu:

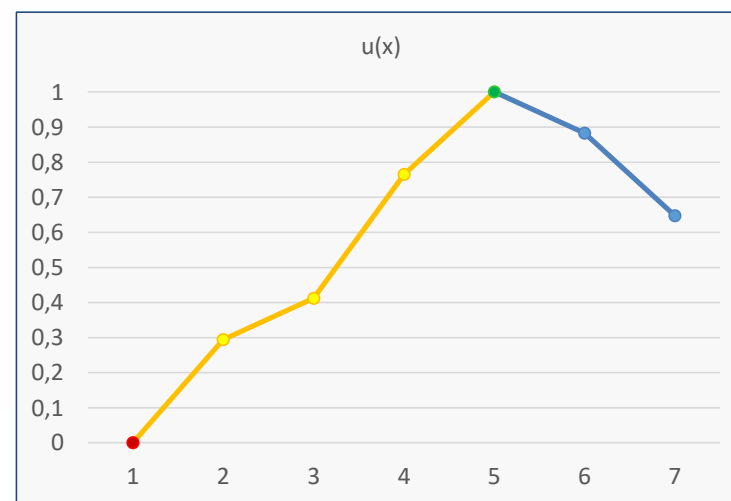
- zmiana porządku opcji od najgorszej do najlepszej

$$v_{i1} = 0 \text{ dla każdego } i = 1, \dots, m$$

- ograniczenie normalizacyjne wszystkich marginalnych funkcji oceny zbudowane w oparciu o opcje najlepsze:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=2}^{p_i} |v_{ij} - v_{ij-1}| = 1,$$

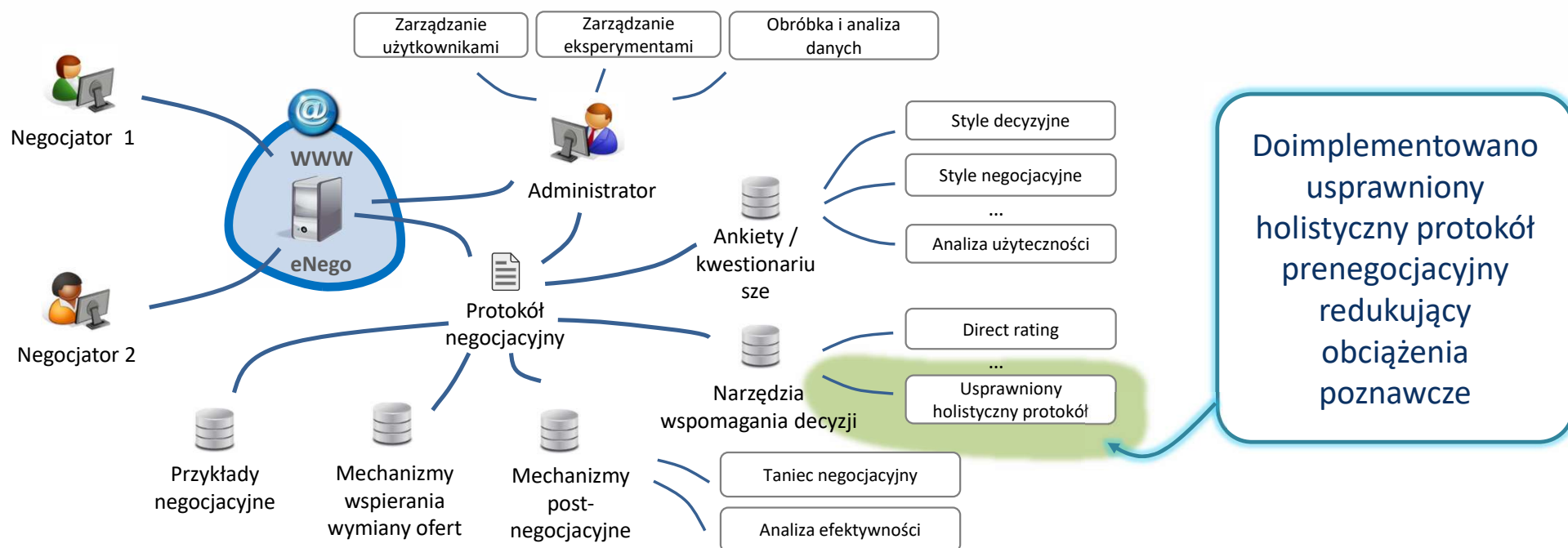
gdzie  $p_i$  jest indeksem opcji najlepszej dla kwestii  $i$ ,  
t.j.  $v_{ip_i} = v_i$



# Elektroniczne systemy negocjacji (eNS)

## eNego + usprawniony holistyczny protokół prenegocjacyjny

- Bazując na idei eNS zaproponowanej przez **InterNeg Research Center** zaprojektowany został system **eNego** (Wachowicz, T.; Roszkowska, E. Holistic Preferences and Prenegotiation Preparation. In *Handbook of Group Decision and Negotiation*; Kilgour, D.M., Eden, C., Eds.; Springer International Publishing: Cham, 2021; pp. 255–289)





# eNego

## webs.ue.katowice.pl/enego



### Welcome in eNego negotiation support system



eNego is a bilateral electronic multi-issue negotiation support system. It was designed and built within a scientific research project supported by the Polish National Science Center (2015/17/B/HS4/00941) and lead by prof. Tomasz Wachowicz from the University of Economics in Katowice. eNego allows to define any bilateral negotiation problem in the form of decomposed negotiation template and offers full negotiation support in the pre-negotiation and actual negotiation phases. In pre-negotiation, the elicitation of negotiator's preferences is conducted, which allows building the negotiation offer scoring system used later to support negotiator's decision making. A few alternative methods for preference elicitation are implemented, including a less cognitively demanding approach based on holistic evaluations. eNego offers an asynchronous communication module, which allows using the system in supporting the negotiators from different time zones.

If you are interested in negotiation training or simulation using eNego, please contact the project leader at [tomasz.wachowicz \(at\) ue.katowice.pl](mailto:tomasz.wachowicz@ue.katowice.pl)

**It is strongly recommended to use the newest versions of available web browsers while working with this system.**

© 2023



# eNego + usprawniony holistyczny protokół prenegocjacyjny

## Kalibracja systemu oceny (opcje najgorsze/najlepsze)

**Negotiation offer scoring system**

The eNego system will support you during the negotiation process using the negotiation offer scoring system. The scoring system is a system of rating points that reflect the preferences for various solutions of the negotiation problem. In your negotiation we implemented a procedure for determining such a scoring system that uses the UTA holistic approach. This procedure consists of four steps. In step 1 you will need to declare best and worst options for each negotiation issue. In step 2 eNego will ask you to set a ranking of some exemplary negotiation offers. Based on this ranking, eNego will determine the scoring system, which you need to verify in step 3 and check if it reflects the preferences of your principal adequately. If not, you may always change the ratings. In the last step eNego will display the table containing some offers with their global ratings, which will allow you to check if the scoring system works well.

**Step 1. Defining best and worst options.**  
In the table below you will find a list of all negotiation issues in your negotiation. Please select best and worst options for each of these issues based on the private information provided to you by your principal.  
You must fill all fields to go further.

Issue	Best option	Worst option
Price	5.00 US\$	3.45 US\$
Delivery time	45 days	20 days
Payment	Upon delivery	60 days
Returns policy	3%, 0%	7%, 4%

Save and proceed

© 2019

# eNego + usprawniony holistyczny protokół prenegocjacyjny

## Kalibracja systemu oceny (opcje najgorsze/najlepsze)

**Offers rating**

**Step 2. Setting the ranking of the exemplary offer.**

The eNego system has prepared a list of predefined exemplary offers that might be exchanged during the negotiation process. Please rank them in order from the best to the worst, having in mind the preferences of your principal. Note that these offers were selected purposely to make the comparison easier. Each of them consists of the best options for all issues but one. Hence, when comparing any two offers you need to consider the tradeoff for at most two issues only, since the offers have the same options for all remaining issues. To change the order of offers in the table below (move them up or down the list) select the offer, press the left button of the mouse and drag it in the new location.

Rank	Price	Delivery time	Payment	Returns policy
1	5.00 US\$	45 days	Upon delivery	3%, 0%
2	5.00 US\$	60 days	Upon delivery	3%, 0%
3	5.00 US\$	45 days	Upon delivery	5%, 2%
4	4.35 US\$	45 days	Upon delivery	3%, 0%
5	3.75 US\$	45 days	Upon delivery	3%, 0%
7	5.00 US\$	45 days	60 days	3%, 0%
6	5.00 US\$	45 days	30 days	3%, 0%
8	5.00 US\$	45 days	14 days	3%, 0%
9	5.00 US\$	45 days	Upon delivery	Any, 0%
10	4.05 US\$	45 days	Upon delivery	3%, 0%
11	3.45 US\$	45 days	Upon delivery	3%, 0%
12	5.00 US\$	20 days	Upon delivery	3%, 0%
13	5.00 US\$	30 days	Upon delivery	3%, 0%
14	5.00 US\$	45 days	Upon delivery	7%, 4%

# eNego + usprawniony holistyczny protokół prenegocjacyjny

## Kalibracja systemu oceny (opcje najgorsze/najlepsze)

**Issue/option ratings**

⚠ We were unable to find a rating system that is compatible with your ranking and best/worst options. You may change the ratings of options directly or modify the ranking [here](#).

**Step 3. Checking the scoring system.**

Based on the ranking you set in the previous step eNego system has determined the negotiation offer scoring system using the UTA algorithm. As a result, the negotiation issues and options could have been determined. These points address the strength of preferences for each option and issue. Please check if the eNego reflect the preferences of your principal well. If you consider them inadequate, you may go back to the previous step and change the ranking you have ratings in the tables below directly.

ratings, please note that the scoring system is standardized to the range from 0 to 100. It means that the issue ratings must add up to 100. The rating of the best option in each issue must be equal to the rating of this issue, and the worst option should receive 0 rating points. Before you increase the rating of one issue, you must decrease the rating of any other issue so as the sum of issue ratings will not exceed 100 rating points that still can be distributed among the issues in the box "Points still to be distributed".

1. Price  
Rating for this issue: 2

Issue options	3.45	3.75	4.05	4.35	5.00
Rating	2	2	1	0	0

2. Delivery time  
Rating for this issue: 30

Issue options	20	30	45	60
Rating	1	30	0	0

3. Payment  
Rating for this issue: 32

Możliwość ręcznego tuningu ocen po każdym etapie dezagregacji

Ostrzeżenia o pustym zbiorze funkcji oceny odpowiadających (nierzetelnym) deklaracjom preferencji



# eNego

## Klasyczne wspomaganie negocjacji właściwych i postnegocjacji

Home Cases Experiments Questionnaires Groups Bulks Users Change password Logout

**Exchange offers**

The above system offers the following negotiation interface. To build and send an offer you may compose it directly in left window "Your offer" by selecting the options from dropdown lists. Your agreements or comments may also be in the "Message" window. If you use a slider at left-hand side of "Rating chart" to set up a certain rating level, always will display a list of offers with similar ratings in the negotiating window "Exemplary ratings". In the "Rating chart" the system will also depict each negotiation offer exchange by you and your counterpart to show you the negotiation history and dynamics.

At the bottom of this page you will see the last offers exchanged by you and your counterpart in this negotiation. If you wish to see the whole thread of offers and messages exchanged click the link "View complete history".

At the bottom of this page you will see the last offers exchanged by you and your counterpart in this negotiation. If you wish to see the whole thread of offers and messages exchanged click the link "View complete history".

Legend: Fado (You) Mosaic

Exemplary offers

Select	Number of concerts	Number of songs	Royalties for CDs	Contract signing bonus	Rating
<input type="radio"/>	7	14	2.5%	150000	77
<input type="radio"/>	7	12	3.0%	200000	77
<input type="radio"/>	6	14	3.0%	150000	77
<input type="radio"/>	6	13	3.0%	150000	77
<input type="radio"/>	6	12	3.0%	150000	77
<input type="radio"/>	7	13	3.0%	150000	76
<input type="radio"/>	6	12	3.0%	150000	76
<input type="radio"/>	5	14	3.0%	150000	76
<input type="radio"/>	6	12	3.0%	150000	76
<input type="radio"/>	5	13	3.0%	150000	76
<input type="radio"/>	6	12	3.0%	150000	76
<input type="radio"/>	5	12	2.5%	200000	76

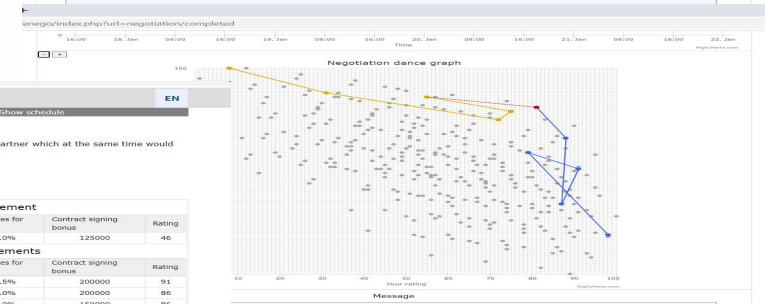
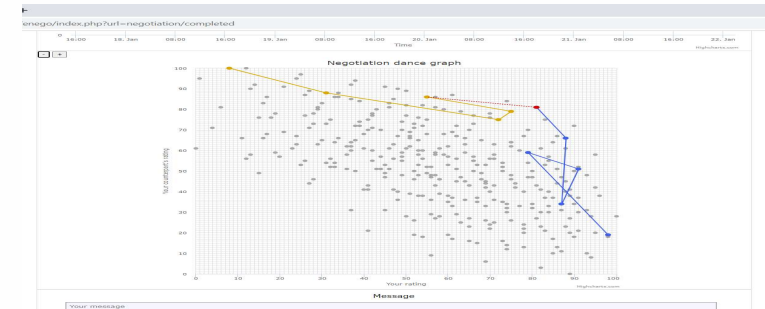
Your offer

Issue: Number of concerts: 7, Royalties for CDs: choose, Contract signing bonus: choose, Total: 77

Options: Rating: 77

Your message

Send offer



Home Cases Experiments Questionnaires Groups Bulks Users Change password Logout

**Exchange offers**

The above system offers the following negotiation interface. To build and send an offer you may compose it directly in left window "Your offer" by selecting the options from dropdown lists. Your agreements or comments may also be in the "Message" window. If you use a slider at left-hand side of "Rating chart" to set up a certain rating level, always will display a list of offers with similar ratings in the negotiating window "Exemplary ratings". In the "Rating chart" the system will also depict each negotiation offer exchange by you and your counterpart to show you the negotiation history and dynamics.

At the bottom of this page you will see the last offers exchanged by you and your counterpart in this negotiation. If you wish to see the whole thread of offers and messages exchanged click the link "View complete history".

Legend: Fado (You) Mosaic

Exemplary offers

Select	Number of concerts	Number of songs	Royalties for CDs	Contract signing bonus	Rating
<input type="radio"/>	7	14	2.5%	150000	77
<input type="radio"/>	7	12	3.0%	200000	77
<input type="radio"/>	6	14	3.0%	150000	77
<input type="radio"/>	6	13	3.0%	150000	77
<input type="radio"/>	6	12	3.0%	150000	77
<input type="radio"/>	7	13	3.0%	150000	76
<input type="radio"/>	6	12	3.0%	150000	76
<input type="radio"/>	5	14	3.0%	150000	76
<input type="radio"/>	6	12	3.0%	150000	76
<input type="radio"/>	5	13	3.0%	150000	76
<input type="radio"/>	6	12	3.0%	150000	76
<input type="radio"/>	5	12	2.5%	200000	76

Your offer

Issue: Number of concerts: 7, Royalties for CDs: choose, Contract signing bonus: choose, Total: 77

Options: Rating: 77

Your message

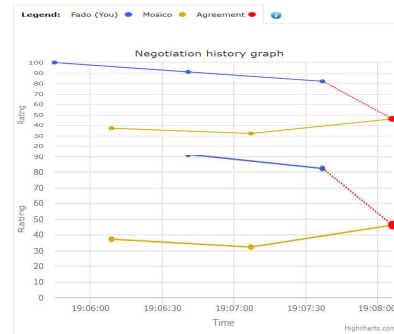
Send offer

Home Negotiation Change password Logout

**Agreement evaluation**

Congratulations, you have reached an agreement!

The system has found possible improvements that would allow you to reach a solution that would be better rated for you or your negotiation partner which at the same time would not worsen the agreement for the other party. You can choose to settle on one of the proposed offers or to stay with the accepted offer. If you will not reach an agreement on an improvement, the previously accepted offer will stay as final.



**Final offer agreement**

Select	Number of concerts	Number of songs	Royalties for CDs	Contract signing bonus	Rating
<input type="radio"/>	7	15	2.0%	125000	46

**Possible improvements**

Select	Number of concerts	Number of songs	Royalties for CDs	Contract signing bonus	Rating
<input type="radio"/>	6	14	2.5%	200000	91
<input type="radio"/>	7	14	3.0%	200000	86
<input type="radio"/>	6	14	3.0%	150000	86
<input type="radio"/>	6	14	3.0%	200000	93
<input type="radio"/>	5	14	2.5%	150000	91

**Possible improvements**

Select	Number of concerts	Number of songs	Royalties for CDs	Contract signing bonus	Rating
<input type="radio"/>	6	14	2.5%	200000	91
<input type="radio"/>	7	14	3.0%	200000	86
<input type="radio"/>	6	14	3.0%	150000	86
<input type="radio"/>	6	14	3.0%	200000	93
<input type="radio"/>	5	14	2.5%	150000	91
<input type="radio"/>	5	14	2.0%	200000	89



# Eksperymenty w eNego

## Setup

- Zorganizowaliśmy **eksperymenty negocjacyjne** aby zweryfikować skuteczność i funkcjonalność usprawnionego holistycznego protokołu prenegocjacyjnego:
  - w **eNego**:
    - Studium 1 - usprawniony holistyczny protokół prenegocjacyjny
    - Studium 2 - usprawniony holistyczny protokół prenegocjacyjny + trening użycia UTA\*
  - w **Inspire** (Studium 3) klasyczny *direct rating*
- We wszystkich studiach wykorzystano przykład negocjacji Mosico-Fado, uwzględniający **predefiniowane preferencje pryncypała**
- **Te same materiały** opisujące eksperyment (eNS + jak używać, jak budować system scoringowy)
- Uczestnicy to **studenci** trzech uniwersytetów (w liczbie **69, 112 i 165** dla studium 1, 2 i 3) otrzymujący dodatkowe punkty do zaliczenia kursów

# Wyniki

## Dokładność systemów scoringowych

- Zaobserwowano **pozytywny efekt** wykorzystania usprawnionego holistycznego protokołu:

Studium	Zgodność systemu scoringowego z $S^I$	
	$D_O^*$ (porządkowa)	$D_C^{**}$ (kardynałna)
Studium 3 – Inspire <sup>®</sup> ( <i>direct rating</i> )	0.901	0.715
Studium 1 – eNego (usprawniony bez treningu)	0.891	0.571
▪ Negocjatorzy pomijający etap debiasingu		
▪ Negocjatorzy realizujący etap debiasingu	0.941	0.724
Studium 2 – eNego (usprawniony z treningiem)	0.954	0.736
▪ Negocjatorzy realizujący etap debiasingu		

\*)  $D_O \in [0; 1]$ : 1 –  $S^A$  doskonale zgodny z  $S^I$ ; 0 –  $S^A$  całkowicie inny niż  $S^I$ .

\*\*\*)  $D_C \in (-\infty; 1]$ : 1 – brak kardynalnych różni między  $S^A$  i  $S^I$ ; 0 –  $S^A$  kardynałna zgodność równa średniemu losowo wygenerowanemu  $S$ .



# Wyniki

## Dokładność systemów scoringowych

- Zaobserwowano **pozytywny efekt** wykorzystania usprawnionego holistycznego protokołu:

Studium	Zgodność systemu scoringowego z $S^I$	
	$D_O^*$ (porządkowa)	$D_C^{**}$ (kardynałna)
Studium 3 – Inspire <sup>®</sup> ( <i>direct rating</i> )	0.901	0.715
Studium 1 – eNego (usprawniony bez treningu)	0.891	0.571
▪ Negocjatorzy pomijający etap debiasingu		
▪ Negocjatorzy realizujący etap debiasingu	0.941	0.724
Studium 2 – eNego (usprawniony z treningiem)	0.954	0.736
▪ Negocjatorzy realizujący etap debiasingu		

\*)  $D_O \in [0; 1]$ : 1 –  $S^A$  doskonale zgodny z  $S^I$ ; 0 –  $S^A$  całkowicie inny niż  $S^I$ .

\*\*\*)  $D_C \in (-\infty; 1]$ : 1 – brak kardynalnych różni między  $S^A$  i  $S^I$ ; 0 –  $S^A$  kardynałna zgodność równa średniemu losowo wygenerowanemu  $S$ .



# Wyniki

## Subiektywne oceny użytkowników

- Deprymująco **niespektakularne** oceny użytkowników systemu:

Pytania kwestionariusza post-negocjacyjnego	Odpowiedź	
	Studium 1	Studium 2
Proces analizy preferencji w eNego był <b>uciążliwy i czasochłonny</b>	* 4.28	* 5.04
<b>Nie było mi łatwo</b> zbudować ranking predefiniowanych ofert negocjacyjnych	4.72	4.77
Gdybym mógł <b>wybrałbym sobie inny zestaw ofert</b> do porównania	4.19	4.49
Interfejs przeciągania pudełek reprezentujących oferty w celu ich uporządkowania <b>był nieintuicyjny i nieefektywny</b>	5.23	5.31
Wolałbym sam bezpośrednio <b>przypisywać oceny kwestiom i opcjom</b> od samego początku bez konieczności wcześniejszego uporządkowania całych ofert	* 3.49	* 4.31

]  $p < 0.02$   
test Manna-Whitneya

\*) 1 – zdecydowanie tak; 7 – zdecydowanie nie

# Podsumowanie

- Historia analizy negocjacyjnej pokazuje **konieczność uchwycenia wpływu czynników behawioralnych** w skutecznym wspomaganie negocjacji
- Budowa **kognitywnego protokołu wsparcia** negocjatorów **nie jest zadaniem prostym**:
  - podejście bazujące na **czystej holistycznej** analizie preferencji może okazać się **niewystarczające** (gorsze wyniki niż *direct rating*)
  - **usprawniony holistyczny** protokół:
    - pozwala na generowanie **bardziej dokładnych systemów scoringowych**
    - **wydłuża** proces prenegocyjnego przygotowania
    - **średnio zadowala** użytkowników
- Wnioski z oceny użytkowników nie wydają się optymistyczne:
  - najprawdopodobniej dla negocjatorów (użytkowników DSS/eNS), „**dobre wsparcie to szybkie wsparcie**”
  - **trening** (oswajanie) z narzędziem, sprawia, że zyczliwiej patrzą na proces pre-negocyjnego przygotowania

# Podsumowanie

## Co dalej?

- Może narzędzie wsparcia (metody elicytacji, interfejs) dostosowywać pod **zidentyfikowany profil poznawczy** każdego negocjatora?
- **Czym ma być ten profil?** Bo klasyczne testy łączące czynniki psychometryczne, społeczne i demograficzne zawodzą (Roszkowska, E.; Wachowicz, 2019):
  - W problemie budowy PTK (Wachowicz, Czekański 2023) zastosowano metody dedykowane do profilu (SMART dla profilu racjonalnego)

WK	„Szlak mix”	„Quest Saturna”	„Quest Piaskowski”	„Szlak przemysłu wydobywczego”	„Szlak rzeczywistego dziedzictwa poprzemysłowego”
WK nr 1	100	50	50	0	0
WK nr 2	100	0	0	100	100
WK nr 3					
WK nr 4	100	50	50	0	100
WK nr 5	100	70	70	0	100
WK nr 6	100	70	70	0	100
WK nr 7	100	60	60	50	80

$\ddot{v}_{ij}$     100    20    20    ↓ 50    60

Ma być tak? Czy przeskalować zgodnie z zadeklarowanymi intuicyjnie preferencjami:

$$\ddot{v}_{ij} = 100 \frac{v_{ij}-5}{100-50}$$



**your place**

**your space**



**your future**

**University of Economics in Katowice**