

**XLIV Ogólnopolska Konferencja Naukowa
im. Profesora Władysława Bukiełyńskiego
METODY I ZASTOSOWANIA BADAŃ OPERACYJNYCH 2026 – MZBO 2026**

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
budynek D, ul. Towarowa 55, Poznań

18-20 października 2026

<https://mzbo2026.ue.poznan.pl>



STRESZCZENIA WYSTĄPIEŃ

SESJE PLENARNE

Mikołaj Kadziński

A czy B? Jedno pytanie, wiele perspektyw: porównania parami we wspomaganie decyzji

Porównania parami są jedną z najbardziej naturalnych form wyrażania preferencji w procesie wspomaganie decyzji. Pozornie proste pytanie „A czy B?” może prowadzić do bardzo różnych sposobów uczenia się preferencji użytkownika. Wykład przedstawi rozwój tych podejść, zwracając szczególną uwagę na inspiracje płynące z optymalizacji, statystyki, uczenia maszynowego oraz nauk behawioralnych.

Porównania wybranych par wariantów mogą służyć do budowy modelu wyjaśniającego preferencje decydenta. Gdy zgromadzona informacja nie pozwala jednoznacznie określić takiego modelu, inspiracje analizą odporności prowadzą do uwzględnienia wielu modeli zgodnych z przedstawionymi preferencjami oraz do określenia, które rekomendacje pozostają wiarygodne mimo tej niejednoznaczności. Perspektywa probabilistyczna pozwala różnicować modele ze względu na stopień ich zgodności z obserwowanymi decyzjami oraz wyrażać niepewność co do otrzymywanych rekomendacji.

Inspiracje aktywnym uczeniem zmieniają z kolei samo podejście do pozyskiwania informacji: zamiast zadawać kolejne pytania w losowej kolejności, można wybierać te, które powinny dostarczyć najwięcej nowej wiedzy. Praktyczną przydatność takiego podejścia ilustrują rzeczywiste zastosowania w problemie wyboru walidatorów w środowisku blockchain oraz obszerny eksperyment z udziałem ponad 100 użytkowników. Nauki behawioralne podpowiadają zaś, że źródłem preferencji może być nie tylko odpowiedź „A czy B?”, lecz także sposób jej udzielenia, w tym czas zastanowienia oraz uwaga poświęcona poszczególnym kryteriom. Jeszcze inną perspektywę otwiera odpowiednio dostosowane uczenie głębokie. Pozwala ono budować modele preferencji na podstawie bardzo licznych przykładów decyzji przy jednoczesnym zachowaniu ich interpretowalnej struktury.

Wspólnym mianownikiem tych podejść jest traktowanie pojedynczego porównania nie jako prostej deklaracji wyboru, lecz jako źródła informacji o preferencjach, niepewności oraz procesie decyzyjnym. Różne metody i perspektywy badawcze pokazują, jak odpowiedzi na pytania typu „A czy B?” można wykorzystywać do wspomaganie decyzji w sposób wiarygodny i efektywny.

Tadeusz Trzaskalik

Wieloetapowe procesy decyzyjne

Prezentacja ma charakter przeglądowy. Jej celem jest przedstawienie elementów teorii i zastosowań programowania dynamicznego.

Z programowaniem dynamicznym związana jest zasada optymalności i równania optymalności, a także nazwisko amerykańskiego matematyka Richarda Bellmana. Procesy wieloetapowe rozpatrywane były jako zadania deterministyczne, stochastyczne i rozmyte. Rozpatrywane były zadania o horyzoncie skończonym i nieskończonym. Programowanie dynamiczne można również rozpatrywać w przestrzeniach częściowo uporządkowanych, co prowadzi do ujęcia wielokryterialnego.

Wektorowe zadanie programowania dynamicznego wymaga określenia warunków, jakie powinna spełniać wektorowa funkcja kryterium, by można je było rozwiązać wykorzystując wektorową wersję zasady optymalności. Praktycznie stosowane są metody skalaryzacji, do których należą metody hierarchiczne, programowanie kompromisowe oraz programowanie celowe.

Na lepsze – w stosunku do ujęcia wektorowego oparte na rozwiązaniach Pareto-optymalnych – uwzględnienie etapowych wartości kryteriów pozwala wieloetapowa metoda Bipolar. Stanowi ona rozwinięcie podejścia zaproponowanego przez E. Konarzewską Gubatę w stosunku do wieloetapowych procesów decyzyjnych. Wykorzystywane są etapowe zbiory referencyjne. Możliwe do zrealizowania warianty decyzyjne porównywane są z elementami tych zbiorów przy wykorzystaniu metod AHP, ELECTRE, PROMETHEE lub innych. Wieloetapowe realizacje procesu sortowane są do predefiniowanych klas Z najlepszej z tych klas wybierane jest rozwiązanie końcowe.

Metody programowania dynamicznego – jedno i wielokryterialne mają zastosowanie m. in. w zagadnieniach alokacji, planowaniu zdolności produkcyjnej, niezawodności i wymianie urządzeń. Podejmowane są próby wykorzystania wieloetapowej metody Bipolar w zagadnieniu planowania regionalnego.

SESJA INFORMS

Arkadiusz Kawa

Od prefabrykacji do cyrkularnego łańcucha wartości – wspomaganie decyzji w budownictwie modułowym

Budownictwo modułowe można traktować nie tylko jako metodę budowy, lecz jako sposób reorganizacji całego łańcucha wartości - od projektowania i zaopatrzenia, przez produkcję, transport i montaż, aż po użytkowanie, demontaż i ponowne wykorzystanie modułów. Korzyści w postaci krótszego czasu realizacji, większej przewidywalności, poprawy jakości czy ograniczenia odpadów zależą jednak od szeregu wzajemnie powiązanych decyzji dotyczących m.in. standaryzacji, skali produkcji, logistyki i gotowości placu budowy.

Celem wystąpienia jest przedstawienie koncepcji wspomagania decyzji w budownictwie modułowym w perspektywie całego cyklu życia obiektu. Szczególna uwaga zostanie poświęcona konieczności godzenia kryteriów ekonomicznych, czasowych, logistycznych, jakościowych i środowiskowych oraz możliwościom ponownego wykorzystania modułów i komponentów. W referacie wskazane zostaną także mierniki, które mogą stanowić podstawę wielokryterialnej oceny wariantów, m.in. wykorzystanie zdolności produkcyjnych, terminowość dostaw, gotowość placu budowy, czas demontażu, poziom ponownego użycia i wartość rezydualna.

Proponowane podejście może wspierać inwestorów, producentów systemów modułowych i podmioty publiczne w wyborze rozwiązań bardziej efektywnych, elastycznych i cyrkularnych.

SESJA SEKCJI BADAŃ OPERACYJNYCH KSiE PAN

Łukasz Świątczak

Od modelu matematycznego do decyzji biznesowej: praktyczne wnioski z budowy i wdrażania rozwiązań bazujących na optymalizacji matematycznej

W ostatnich latach rozwój technologii informatycznych, wzrost dostępnej mocy obliczeniowej oraz postęp w dziedzinie algorytmów i solverów optymalizacyjnych znacząco zwiększyły możliwości praktycznego wykorzystania metod badań operacyjnych w przedsiębiorstwach. Dzięki temu coraz większa liczba zagadnień (m.in. logistycznych, produkcyjnych i transportowych) i procesów planistyczno-decyzyjnych może być skutecznie wspomagana przez zaawansowane modele optymalizacyjne. Pomimo dużej dostępności narzędzi obliczeniowych, skuteczne wdrożenie takich rozwiązań nadal stanowi istotne wyzwanie organizacyjne, technologiczne i kompetencyjne.

W referacie przedstawione zostaną praktyczne doświadczenia zdobyte podczas realizacji projektów związanych z projektowaniem, wdrażaniem oraz integracją narzędzi optymalizacyjnych wspierających procesy logistyczno-produkcyjne w przedsiębiorstwie z branży spożywczej. Omówione zostaną etapy budowy rozwiązania, poczynając od identyfikacji problemu biznesowego i modelowania matematycznego, poprzez przygotowanie danych i integrację z systemami klasy ERP, aż po implementację narzędzia wspomagającego codzienne podejmowanie decyzji.

Referat pokaże, że skuteczne wykorzystanie badań operacyjnych wymaga obok poprawnego modelu matematycznego, również umiejętnego połączenia wiedzy z zakresu optymalizacji, procesów biznesowych i systemów informatycznych.

Prezentowane doświadczenia mogą stanowić inspirację zarówno dla środowiska akademickiego, zainteresowanego praktyczną weryfikacją rozwijanych metod, jak i dla przedsiębiorstw poszukujących skutecznych sposobów wykorzystania badań operacyjnych w procesach decyzyjnych.

SESJE RÓWNOLEGŁE

Marcin Anholcer, Maciej Bartkowiak, Bartłomiej Bosek, Jarosław Grytczuk

Zrównoważone sprawiedliwe podziały dóbr niepodzielnych

Sprawiedliwy podział może być zrównoważony na różne sposoby. W referacie omawiamy dwa z nich – gdy zrównoważenie dotyczy liczby dóbr przydzielonych każdemu z graczy i gdy odnosi się ono do ich wartości. Przedstawiamy warunki wystarczające istnienia zrównoważonych podziałów i prezentujemy algorytmy ich wyznaczania w obu wspomnianych przypadkach.

Maciej Bartkowiak

Kolejkowanie a sprawiedliwość w algorytmach sprawiedliwego podziału

Wiele algorytmów sprawiedliwego podziału zbioru dóbr niepodzielnych polega na ustalonej kolejności agentów przy rozdzielaniu dóbr. Zmiana kolejności agentów w algorytmie może powodować rozbieżności w przydzielonym zbiorze.

Sylwester Beijer

Explaining the Explainer: A Theoretical Account of How Hyperparameters and Stochastic Structure Shape TFT Interpretability

Interpretability methods for time series analysis are increasingly used not merely to audit predictions but to draw conclusions about the structure of the underlying series. The Temporal Fusion Transformer (TFT), a deep neural architecture for multi-horizon time series forecasting, is a leading case: it is valued for its built-in interpretability mechanisms — the Variable Selection Network (VSN) and the multi-head attention layer — which are read as evidence about the temporal and cross-variable structure of economic time series (Lim et al., 2021; Beijer, 2025). The debate over whether attention is a faithful explanation (Jain & Wallace, 2019; Wiegrefe & Pinter, 2019) is conducted at the descriptive level, for a single trained model.

We advance the argument one level higher, toward a rigorous science of interpretability (Doshi-Velez & Kim, 2017): we ask not what the explanation is, but why it takes the form it does. We show that TFT's interpretability outputs are, in principle, predictable a priori from two theoretical sources. The first is mechanistic: the softmax normalisation constraint renders attention a zero-sum resource, and windowed gradient averaging makes the learned weights a function of the training configuration. The second is stochastic: for non-stationary, heteroscedastic price series the cross-window gradient variance is large, so hyperparameters such as the windows batch size transmit the data-generating regime structure directly into the explanation. Together these bridges yield signed, theory-derived expectations for the effect of horizon, windows batch size, batch size, and recurrent depth, reframing explanation robustness as a theoretically governed property rather than an empirical accident (Molnar, 2020).

Milena Bieniek, Jarosław Banaś

Decyzje cenowe i zaopatrzeniowe w umowach o podziale przychodów przy stochastycznym popycie multiplikatywnym i zwrotach: Porównanie strategii zarządzania zwrotami przez detalistę i producenta

Artykuł podejmuje rosnący problem zarządzania zwrotami towarów w nowoczesnych łańcuchach dostaw. Wykorzystując teorię gier, a dokładniej grę Stackelberga z producentem jako liderem i detalistą jako naśladowcą, badanie proponuje strategie optymalizujące decyzje cenowe oraz wielkość realizowanych zamówień. W pracy przeanalizowano modele kontraktów o podziale przychodów, a także alternatywne umowy o podziale kosztów i przychodów. Kluczowym elementem nowych modeli analitycznych jest zastosowanie multiplikatywnego popytu stochastycznego, który jest ujemnie skorelowany z kosztami zwrotów ponoszonymi przez konsumentów.

Wyznaczone rozwiązania optymalne dowodzą, że pełna koordynacja łańcucha dostaw jest możliwa do osiągnięcia dzięki umowom o podziale kosztów i przychodów, ale jest niewykonalna w przypadku kontraktów opartych wyłącznie na podziale samych przychodów. Istotnym rozwinięciem prowadzonych badań jest szczegółowe porównanie strategii zarządzania zapasami i zwrotami przez detalistę z tymi zarządzanymi bezpośrednio przez producenta. Wszystkie zaprezentowane wnioski teoretyczne poparto analizami numerycznymi, które wykorzystują wskaźniki do oceny wydajności obu rodzajów kontraktów.

Tomasz Brzęczek*Multi-product newsvendor with budget constraint including product setup cost*

We consider single-period multi-product inventory with budget constraint including item specific setup cost. Like the cost of new edition/design of the product; or advertisement cost that can be the same amount for each product; license fee; administrative license. It equals 0 if it doesn't apply to a product. This cost is paid if product is set in the optimal solution. For solving we refer to the literature. Found many constraint solving procedures but only two that concern item setup cost. Both start with Lagrangian solution. First one is called Lagrangian-heuristic. It excludes from further considerations all negative orders and one positive item. The one that has the highest gap between lower bound and the Lagrangian solution. If the solution is budget infeasible than next positive solution is excluded. Otherwise, rescales positive left orders with scalar m_i as in standard capacitated problem.

Second procedure, Two-phase Lagrangian heuristic requires more interactions and computational effort with Mixed Integer Nonlinear Programming setting. Our procedure sorts full range of product assortment according to the profitability-rank and with unconstrained order solution. Then, it chooses so many best-rank products until budget would be exceeded with next best choice product. Then, rescale quantities to include next best choice product or not if objective of total expected profit decreases. Methods performance is similar when the variable cost and setup cost are correlated with price. Otherwise, limitation is lower performance. Remedy could be considered products pre-selection. Its big advantage is simplicity and comprehensiveness. For example tractability of items with non-homogenous demand distributions.

Krzysztof Dmytrów*Stopień realizacji strategii wyboru lokalizacji podczas kompletacji towarów w składowaniu współdzielonym – porównanie wyników uzyskanych przy założeniu pomiaru zmiennych na skali ilorazowej i porządkowej*

Jeżeli przedsiębiorstwo stosuje współdzielone składowanie towarów w magazynie, wówczas każdy indeks towarowy może być składowany w wielu lokalizacjach. Podczas procesu kompletacji istotne staje się zagadnienie wyboru lokalizacji, z których magazynier pobierze towary znajdujące się na zamówieniu. Podczas wyboru lokalizacji można realizować różne strategie wyboru wykorzystując w tym celu metody porządkowania liniowego, nadając zmiennym opisującym lokalizacje odpowiednie wagi.

W analizowanym przykładzie zmienne opisujące lokalizacje są mierzone na skali ilorazowej. Wśród wartości zmiennych mogą występować obserwacje odstające, które mogą zaburzać ranking lokalizacji do odwiedzenia. Dlatego w badaniu porównano stopień realizacji strategii wyboru lokalizacji z wykorzystaniem metody TOPSIS w wersji klasycznej, wykorzystującej odległości obiektów od wzorca i antywzorca wyznaczone za pomocą metryki euklidesowej oraz metody TOPSIS, w której zmienne przeskalowano do słabszej skali porządkowej przez rangowanie, a odległości od wzorca i antywzorca wyznaczono stosując uogólnioną miarę odległości GDM2 (Generalised Distance Measure, dwójka oznacza wersję miary dla skali porządkowej). Badanie przeprowadzono za pomocą metod symulacyjnych. Wygenerowano 1000 scenariuszy (zleceń kompletacyjnych). Dla obu podejść dokonano wyboru lokalizacji do odwiedzenia przez magazyniera, a następnie zbadano stopień realizacji strategii wyboru lokalizacji.

Marta Dziechciarz, Marcin Pełka*Wybrane problemy skalowania wielowymiarowego danych symbolicznych*

W badaniach coraz częściej analizowane są złożone obiekty, których opis wymaga uwzględnienia ich wewnętrznego zróżnicowania. Jednym z możliwych kierunków poszerzania stosowanego instrumentarium jest wykorzystanie danych symbolicznych, w tym zmiennych interwałowych lub histogramowych, które umożliwiają pełniejszy opis obiektów niż opis oparty na pojedynczych wartościach.

W referacie przedstawione zostanie zastosowanie skalowania wielowymiarowego (MDS) do danych symbolicznych. Analiza obejmie dobór miary odległości, sposób reprezentacji obiektów w przestrzeni zredukowanej – jako punktów, prostokątów lub regionów – oraz konstrukcję zadania optymalizacyjnego opartego na minimalizacji funkcji stresu. Porównane zostaną podejścia różniące się zakresem zachowywanej informacji, z uwzględnieniem ich zalet, ograniczeń oraz problemu porównywalności miar dopasowania.

Pozwoli to ocenić, w jakim stopniu zachowanie bogatszej informacji o obiektach może zwiększać użyteczność uzyskanej reprezentacji w dalszych analizach. Pokazana zostanie również możliwość wykorzystania konfiguracji MDS w porządkowaniu liniowym obiektów względem wzorca rozwoju i we wspomaganie decyzji. Rozważania zostaną zilustrowane przykładem krajów Unii Europejskiej opisanych danymi symbolicznymi utworzonymi na podstawie danych regionalnych Eurostatu i bazy EDGAR.

Słowa kluczowe: dane symboliczne, skalowanie wielowymiarowe, porządkowanie liniowe, wspomaganie decyzji.

Krzysztof Echaust, Małgorzata Just, Agata Kliber*Globalna transmisja szoków cen ropy naftowej na rynki akcji spółek sektora energii*

W pracy przeanalizowano rolę ropy naftowej jako głównego czynnika napędzającego transmisję szoków cenowych w globalnym systemie energetyczno-finansowym. Badanie koncentruje się na największych światowych spółkach energetycznych, kluczowych z punktu widzenia globalnego rozprzestrzeniania się szoków, oraz identyfikuje czynniki wpływające na powiązania między stopami zwrotu w okresie od 2020 r. do połowy 2025 r. Okres ten obejmuje pandemię COVID-19, światowy kryzys energetyczny oraz wojnę w Ukrainie. W pracy weryfikuje się, czy efekty przenoszenia w zakresie stóp zwrotu są powiązane z takimi czynnikami, jak ekspozycja geograficzna na ceny referencyjne Brent i WTI, zmienne w czasie szoki podaży i popytu na ropę naftową oraz globalna niepewność.

Do oceny statycznych i zmiennych w czasie powiązań między rynkami ropy naftowej a rynkami akcji, zarówno w centralnej części, jak i w ogonach rozkładów stóp zwrotu, zastosowano indeks przenoszenia Diebolda-Yilmaza oparty na modelach LASSO-VAR i QVAR. Wykazano, że transmisja szoków ze strony spółek amerykańskich nasiliła się wraz ze wzrostem wydobycia i eksportu ropy z USA w ostatnich latach, podczas gdy znaczenie spółek europejskich zmalało. Zarówno spółki europejskie, jak i amerykańskie wykazywały większą wrażliwość na szoki cen ropy Brent niż WTI, co potwierdza rolę ropy Brent jako kluczowego nośnika globalnych szoków. W okresie pandemii COVID-19 kluczowy wpływ na ceny ropy miały szoki popytowe, natomiast w czasie światowego kryzysu energetycznego obserwowano współbieżność cen ropy naftowej i globalnej niepewności.

Marzena Filipowicz-Chomko, Ewa Roszkowska*Wdrożenia i strategiczne postrzeganie sztucznej inteligencji w ochronie zdrowia: analiza porównawcza krajów regionu europejskiego WHO*

Dynamiczny rozwój i wdrażanie sztucznej inteligencji (AI) w systemach ochrony zdrowia istotnie zmienia sposób świadczenia usług medycznych, umożliwiając bardziej spersonalizowaną i opartą na danych opiekę. W niniejszym badaniu zaproponowano dwuwymiarowe podejście do oceny dojrzałości AI w 50 krajach regionu europejskiego WHO, uwzględniające zarówno rzeczywisty poziom wdrożeń, jak i postrzegane możliwości jej wykorzystania.

Na podstawie danych z badania WHO „Artificial Intelligence for Health” z lat 2024–2025 skonstruowano Indeks Zastosowań AI z wykorzystaniem intuicjonistycznej rozmytej metody TOPSIS oraz Indeks Możliwości AI oparty na podejściu B-TOPSIS. W celu identyfikacji wzorców rozwoju i struktur ukrytych przeprowadzono analizę korespondencji oraz hierarchiczną analizę skupień metodą Warda, co pozwoliło na wyodrębnienie jednorodnych grup krajów oraz ścieżek przejściowych ich rozwoju. Dodatkowo opracowano Indeks Zgodności służący ocenie spójności pomiędzy poziomem wdrożeń AI a postrzeganymi możliwościami jej zastosowania. Na podstawie średnich wartości indeksów zastosowań i możliwości AI wyodrębniono cztery grupy krajów: liderów AI, systemy zorientowane na wdrożenia, systemy zorientowane na potencjał oraz systemy opóźnione. Porównanie wyników z klasteryzacją Warda ujawniło również profile hybrydowe i przejściowe, które nie były w pełni uchwycone przez klasyczne klasyfikacje agregatywne.

Helena Gaspars-Wieloch*Metoda wielokryterialna oparta o elastyczne wartości progowe*

W pierwszej części wystąpienia omówione zostaną założenia i cechy dwóch znanych metod optymalizacji wielokryterialnej: programowania interaktywnego (IP) opartego o poziomy satysfakcji oraz metody kryterium głównego. Obie procedury odwołują się do wartości progowych, które dla celów maksymalizowanych oznaczają minimalny satysfakcjonujący wynik, a dla celów minimalizowanych – maksymalny dopuszczalny poziom.

Na podstawie przykładów wskazane zostaną różne ograniczenia wspomnianych podejść, m.in. brak możliwości wygenerowania rankingu oraz ryzyko uzyskania pustego lub niejednoznacznego zbioru rozwiązań kompromisowych.

W drugiej części referatu zaprezentowana zostanie nowa koncepcja, która również bazuje na poziomach aspiracji, lecz jest wolna od wad charakterystycznych dla programowania interaktywnego i metody „jedno kryterium główne, pozostałe drugorzędne”. Proponowany algorytm jest podejściem hybrydowym, łączącym cechy wspomnianych metod oraz SAW (metody ważonej sumy realizacji kryteriów częściowych). Opisana procedura pozwala nie tylko na wygenerowanie pełnego rankingu wszystkich wariantów decyzyjnych, ale także umożliwia określenie odpowiedniejszych wartości progowych, co ma kluczowe znaczenie przy poszukiwaniu rozwiązania kompromisowego.

Dominik Głowacki, Grzegorz Tarczyński*Model programowania liniowego służący do grupowania obiektów i tworzący ranking grup*

W prezentacji przedstawiamy problem grupowania wielowymiarowych obiektów z jednoczesnym wprowadzeniem wewnętrznego rankingu (porządku liniowego) tworzonych klas. W klasycznym podejściu taksonomicznym brak jest informacji o relacjach między grupami. Proponowane przez nas ujęcie pozwala na narzucenie ścisłych relacji preferencji między klasami. Przykładowo, model umożliwia zdefiniowanie warunku, w którym obiekty z grupy pierwszej są nadrzędne wobec obiektów z klasy drugiej, bądź też wprowadzenie relacji sekwencyjnych, gdzie obiekty z grupy pierwszej dominują nad klasą trzecią, a z klasy drugiej nad czwartą.

W celu rozwiązania tak sformułowanego problemu konstruujemy autorski model mieszanego programowania liniowego całkowitoliczbowego (MILP). Model ten bazuje na klasycznej metodzie przydziału, którą rozbudowano o dodatkowe warunki ograniczające, odpowiedzialne za zachowanie porządku obiektów tworzących generowane grupy. Model weryfikujemy na przykładzie analizy poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego wybranych krajów. Przeprowadzone eksperymenty obliczeniowe wykazały, że wprowadzenie dodatkowych restrykcji rankingowych drastycznie zwiększa kombinatoryczną złożoność problemu. W efekcie, dla zadań o dużej skali, znalezienie rozwiązań optymalnych w akceptowalnym czasie stanowi poważne wyzwanie numeryczne i wskazuje na konieczność rozwoju dedykowanych metod heurystycznych.

Dorota Górecka, Małgorzata Szatucka*Wielokryterialne wspomaganie decyzji w procesie wyboru rynku międzynarodowego na przykładzie przedsiębiorstwa IKEA*

Wejście na rynek zagraniczny stanowi strategiczną decyzję o istotnym znaczeniu dla budowania przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstwa oraz jego długoterminowego rozwoju. Jednocześnie rosnąca złożoność otoczenia międzynarodowego oraz wielowymiarowy charakter procesu oceny sprawiają, że wybór odpowiedniego rynku docelowego staje się zadaniem wymagającym zastosowania narzędzi analitycznych umożliwiających obiektywizację podejmowanych decyzji. Celem przeprowadzonego badania jest ocena, porównanie oraz uporządkowanie alternatywnych rynków zagranicznych na wstępnym etapie procesu wyboru rynku międzynarodowego z wykorzystaniem podejścia opartego na studium przypadku.

W ramach koncepcji MAMIMCA zastosowano trzy metody wielokryterialnego wspomaganie decyzji: EVAMIX, CoCoSo oraz PROMETHEE II. Metody te umożliwiają ustrukturyzowane i przejrzyste uwzględnienie licznych, często sprzecznych kryteriów oceny. Analiza została przeprowadzona z perspektywy przedsiębiorstwa IKEA – globalnej korporacji o ugruntowanej pozycji rynkowej – i obejmuje ocenę ośmiu potencjalnych rynków z wykorzystaniem zestawu wskaźników ekonomicznych, instytucjonalnych oraz branżowych.

Uzyskane wyniki wskazują, że ostateczne rankingi rynków zależą zarówno od zastosowanej metody wielokryterialnej, jak i od przyjętych wag dla poszczególnych kryteriów. Pomimo tych różnic wszystkie trzy metody – EVAMIX, CoCoSo oraz PROMETHEE II – konsekwentnie wskazują Wietnam jako rynek najbardziej atrakcyjny dla firmy IKEA na analizowanym etapie procesu decyzyjnego.

Krzysztof Grzanka, Piotr Frąckiewicz, Anna Gorczyca-Goraj, Remigiusz Smoliński, Marek Szopa*Czy kwantowe rozszerzenia gier symetrycznych mogą poprawić równowagę Nasha?*

Celem prezentacji jest odpowiedź na pytanie, czy i kiedy kwantowe rozszerzenia symetrycznych gier 2x2 mogą prowadzić do poprawy wypłat osiąganych w równowadze Nasha względem ich klasycznych odpowiedników. Analizowane są kwantowe rozszerzenia skonstruowane w schemacie Eiserta–Wilkensa–Lewensteina poprzez rozszerzenie zbioru strategii klasycznych o jedną ustaloną strategię unitarną. Rozważania ograniczono do dopuszczalnych rozszerzeń zachowujących niezmienniczość względem transformacji izomorficznych gry klasycznej, co zapewnia zachowanie klasycznej struktury problemu strategicznego.

Mateusz Hałka, Jacek Osojca, Andrzej Tucki*Zastosowanie metod ekonometrii przestrzennej w badaniach cyfrowego śladu turystów*

Referat prezentuje kompleksowy proces metodyczny ukierunkowany na analizę i modelowanie przestrzenne geograficzno-kulturowych uwarunkowań z wykorzystaniem geolokalizowanych danych z mediów społecznościowych (UGC/VGI). Zaprezentowane podejście integruje metody z zakresu geoinformatyki (GIS), statystyki przestrzennej oraz ekonometrii przestrzennej na przykładzie 12 386 geolokalizowanych zdjęć z serwisu Flickr (2015–2025) pozyskanych dla obszaru Geoparku UNESCO Katla w Islandii.

Procedura analityczna obejmuje: opracowanie danych – dane zostały wyczyszczone oraz zagregowane wskaźnikiem Photo User Days (PUD), co redukuje obciążenie nadaktywnością użytkowników. Następnie zmienne zagregowano w siatce 5×5 km (455 poligonów), dla której obliczono autokorelację przestrzenną testem Morana I, a wskaźnikami LISA wyznaczono klastry skupień oraz obszary nietypowe. Finalnym krokiem w metodyce było modelowanie przestrzenne – do tego celu został użyty model przestrzenny SAC, dzięki któremu uwzględniono zarówno przestrzenne oddziaływanie zmiennych niezależnych, jak również oddziaływanie innych komponentów potencjalnie wpływających na zjawisko. Metodyka ta pozwala przekształcać dane Big Data w konkretne modele na potrzeby zarządzania turystyką.

Michał Jakubczyk, Marta Kurkowska, Stefan A. Lipman, Mikołaj Łebkowski, Rahma Putri, Krzysztof Siegieda
Pomiar preferencji wobec stanów lepszych od pełnego zdrowia

Instrumenty EQ-5D umożliwiają pomiar jakości życia związanej ze zdrowiem. Stanom zdrowia wg EQ-5D przypisuje się wartości użyteczności (0 = zgon, 1 = pełne zdrowie). W przypadku decyzji wykraczających poza ochronę zdrowia konieczne może być uwzględnienie dodatkowych aspektów, np. w ocenie interwencji z zakresu opieki społecznej istotny jest pomiar dobrostanu. Wówczas stan oznaczający brak problemów we wszystkich domenach jest lepszy niż pełne zdrowie a jego użyteczność może być > 1 .

Naszym celem było (1) zaadaptowanie metody TTO do pomiaru wartości użyteczności >1 ; (2) określenie użyteczności stanów obejmujących dobrostan; (3) dla porównania, określenie użyteczności stanów mało prawdopodobnych, acz sugestywnych.

Zmodyfikowaliśmy procedurę TTO stosowaną do wyceny EQ-5D: gdy respondent preferował 10 lat życia w stanie Q nad 10 lat w pełnym zdrowiu, skracano czas życia w Q. Przeprowadzono badanie na próbie dogodnościowej w Polsce i Zjednoczonym Królestwie. Każdy respondent oceniał 8 z 14 stanów obejmujących: stany EQ-5D-5L, stany z elementami dobrostanu, rzadkie pożądane cechy (np. niezwykle wysokie IQ) oraz zdolności nadprzyrodzone (np. latanie jak Superman).

Zebrano dane od 102 respondentów (badanie trwa). Największy wzrost użyteczności wiązał się z niezwykle szczęściem oraz komfortową sytuacją finansową (średnia winsoryzowana odpowiednio 1,31 i 1,30), następnie z brakiem problemów w zakresie dobrostanu (1,26 dla WiX oraz 1,24 dla EQ-HWB). Zdolności nadprzyrodzone oraz rzadkie pożądane cechy zwiększały użyteczność w mniejszym stopniu.

Elementy związane z dobrostanem istotnie zmieniają postrzeganą użyteczność stanu, a ich wpływ może nawet przewyższać zdolności nadprzyrodzone. Konieczne są dalsze badania np. dla określenia konsekwencji dla badania użyteczności EQ-HWB-9.

Ignacy Kaliszewski

Formalizacja opisu zbioru wyborów konsumenta

Referat przedstawia propozycję zunifikowanej reprezentacji zbioru wyborów konsumenta. Reprezentacja tego typu byłaby pierwszym, z pewnością ograniczonym krokiem w kierunku standaryzacji planowania, prowadzenia i interpretacji wyników w zakresie teorii wyborów konsumenckich. Pozwoliłaby ona także na promocję rezultatów w zakresie tej teorii wśród praktyków marketingu. Dla ilustracji, referat skupia się na reprezentacji wybranego, najczęściej badanego efektu kontekstu, a mianowicie na awersji do ryzyka. W dalszej części analizuje się możliwość stosowania proponowanej reprezentacji do innych efektów kontekstu.

Proponowana reprezentacja ma swoje źródła w teoriach, takich jak teoria produkcji, teoria gier, wieloartybutowe podejmowanie decyzji oraz optymalizacja wielokryterialna, które są zorientowane na bardziej ilościowy opis zjawisk niż przeważający w teorii wyborów konsumenckich opis jakościowy. Bazuje ona jednak na elementarnych pojęciach, które nie wymagają zaawansowanych umiejętności w zakresie formalnej (matematycznej) analizy. Z tego powodu może ona być pomocna dla prezentacji wyników badań prowadzonych w dziedzinie w jednorodnej formie. Co więcej, bazując na własnościach reprezentacji, można wskazać i formalnie ująć przykłady hipotetycznych zbiorów wyborów konsumenta, w których, przy szczególnie silnej awersji do ryzyka, zasada optymalności Pareto nie obowiązuje.

Bogumił Kamiński, Łukasz Kraiński, Grzegorz Hataj

Efekty sieciowe a szoki rynkowe: Model sprzedaży papierów wartościowych w strefie euro w warunkach kryzysu

Cechy strukturalne portfeli papierów wartościowych — w szczególności powiązania sieciowe między portfelami instytucji finansowych — kształtują idiosynkratyczne warunki płynności wpływające na stabilność systemu finansowego. Celem badania jest oszacowanie, w jakim stopniu cechy te determinują wrażliwość cenową aktywów banków strefy euro.

Wykorzystując szczegółowe dane nadzorcze Europejskiego Banku Centralnego, proponujemy podejście łączące modelowanie ekonometryczne z uczeniem maszynowym, w którym sieciowa reprezentacja portfeli aktywów służy do kalibracji funkcji wrażliwości cenowej papierów wartościowych. Modelując dwudzielną sieć banków i papierów wartościowych, identyfikujemy nieliniowe czynniki determinujące wrażliwość cen w warunkach szoku rynkowego wywołanego gwałtowną wyprzedażą aktywów. Wpływ struktury sieci na ceny ilustrujemy w ramach rekurencyjnego modelu rozprzestrzeniania się szoków cenowych w systemie finansowym.

Badanie dostarcza opartych na danych ram analitycznych do kalibracji współczynników płynności w regulacyjnych testach warunków skrajnych, umożliwiając precyzyjniejszą ocenę ryzyka systemowego i głębsze zrozumienie mechanizmów transmisyjnych szoków na rynkach finansowych.

Bogumił Kamiński, Daniel Kaszyński

Stronniczość algorytmiczna w ocenie zdolności kredytowej

W ramach prezentacji poruszony będzie temat stronniczości algorytmicznej, oraz metody wspomagania decyzji dla dwóch aktorów rynku kredytów konsumenckich: regulatorów projektujących regulacje równościowe oraz banków wdrażających te regulacje w modelach oceny zdolności kredytowej. Modele te, automatyzując decyzje kredytowe, mogą wykazywać stronniczość algorytmiczną - systematycznie pogarszać sytuację grup wyróżnionych cechą prawnie chronioną (płeć, pochodzenie etniczne, wyznanie). Regulator odpowiada na to przepisami równościowymi; bank musi znaleźć ekonomicznie optymalną metodę redukcji stronniczości w ramach narzuconych ograniczeń.

Wyniki badania wskazują na to, że metoda "sprawiedliwość przez nieświadomość" nie jest efektywna - istnieją metody korzystniejsze zarówno ekonomicznie, jak i z perspektywy zakazu dyskryminacji. Wybór optymalnej metody zależy od przyjętej przez regulatora miary stronniczości. Wprowadzenie regulacji równościowych prowadzi do krótkookresowej niestabilności rozkładu decyzji oraz mierzalnego kosztu ekonomicznego wynikającego ze zmiany jakości portfela lub progów akceptacji.

Aleksandra Kowalska

Zastosowanie metody Hellwiga do uporządkowania krajów UE-27 ze względu na poziom zrównoważenia systemów żywnościowych

Celem pracy było opracowanie nowego syntetycznego wskaźnika zrównoważenia systemu żywnościowego, który uwzględnia specyfikę polityki i strategii UE (Europejski Zielony Ład (EZŁ) i wspólna polityka rolna (WPR)).

Produkcja żywności odpowiada za jedną trzecią emisji gazów cieplarnianych na świecie (Komisja Europejska, b.d.). Budowa zrównoważonych systemów żywnościowych jest w centrum EZŁ i przyczynia się do osiągnięcia neutralności klimatycznej. Takie systemy mogą zapewnić bezpieczeństwo żywnościowe obecnym oraz przyszłym pokoleniom przy jednoczesnym zachowaniu ładu środowiskowego, społecznego i gospodarczego (Kowalska, 2025).

Na podstawie wcześniejszych badań (Béné i in., 2019; Demelash i Alemu, 2024) i modelu The Economist Group (2021) opracowano koncepcję czterowymiarowego syntetycznego miernika zrównoważenia systemu żywnościowego i listę zmiennych diagnostycznych (n=37). Wykorzystując metodę Hellwiga uporządkowano państwa UE-27 według przyjętego kryterium syntetycznego, tworząc ranking i identyfikując kraje o najlepszych i najgorszych wynikach – zarówno ogólnie, jak i w czterech wymiarach (środowiskowym, społeczno-politycznym, ekonomicznym, żywnościowym). Austria osiągnęła najlepszy wynik ogólny dzięki wysokiemu poziomowi rozwoju rolnictwa ekologicznego, korzystnej strukturze wieku w rolnictwie, działaniom na rzecz jakości gleb, zaawansowaniu technologicznemu oraz zapewnieniu bezpieczeństwa żywnościowego, stanowiąc źródło dobrych praktyk dla innych krajów.

Kowalska, A. (2025a). A new measure of food system sustainability for use in European Union policy-making. *Science of the Total Environment*, 1001, 180326.

Adam Kucharski, Aleksandra Bartosiewicz, Tomasz Bieliński

Wpływ stabilności makroekonomicznej na elektryfikację transportu drogowego: wnioski z wymiany floty w UE

W niniejszym badaniu przeanalizowano, w jaki sposób ogólne uwarunkowania makroekonomiczne wpływają na elektryfikację transportu drogowego w 26 krajach UE (w latach 2015–2024). Koncentrując się na dynamice elektryfikacji floty, stworzono wskaźnik wymiany floty skorygowany o stan zasobów. Stabilność makroekonomiczną zmierzono za pomocą zrewidowanego Pięciokąta Stabilizacji Makroekonomicznej (MSP), uwzględniającego wzrost gospodarczy, warunki na rynku pracy, inflację, saldo budżetowe oraz saldo zewnętrzne. Wyniki wskazują na wyraźną heterogeniczność segmentową.

Chociaż stabilność makroekonomiczna ma ograniczony związek z zagregowaną wymianą floty, to w znacznym stopniu napędza ona wdrażanie autobusów bezemisyjnych, co podkreśla znaczenie zdolności fiskalnej i koordynacji instytucjonalnej w segmentach zarządzanych publicznie. Samochody osobowe i lekkie pojazdy użytkowe są związane przede wszystkim z dostępnością infrastruktury, urbanizacją oraz wpływem przebiegu zimy z poprzedniego okresu. Wyniki te wskazują, że warunki makroekonomiczne i fiskalne kształtują instytucjonalne i fiskalne możliwości wdrażania elektryfikacji transportu oraz że oceny polityki, które pomijają systemowe ograniczenia makroekonomiczne, mogą dostarczać niepełnego wyjaśnienia obserwowanej dynamiki elektryfikacji.

Ilona Lekka-Porębska

Czy sposób definiowania bezpieczeństwa energetycznego zmienia ocenę państw Unii Europejskiej? Wyniki zastosowania autorskiego wskaźnika bezpieczeństwa energetycznego (ESI)

Bezpieczeństwo energetyczne jest najczęściej oceniane z perspektywy technicznej lub gospodarczej. Celem referatu jest przedstawienie wyników badania bezpieczeństwa energetycznego państw Unii Europejskiej z wykorzystaniem autorskiego wskaźnika syntetycznego Energy Security Index (ESI). Definicja bezpieczeństwa energetycznego determinuje sposób jego pomiaru, a w konsekwencji uzyskiwane wyniki oraz ocenę państw.

Zaproponowane podejście opiera się na założeniu, że bezpieczeństwo energetyczne obejmuje dwa komplementarne filary: gospodarczy oraz społeczny. Wskaźnik ESI został zbudowany na podstawie dwóch subindeksów – Social Energy Security Index (SESI) oraz Economic Energy Security Index (EESI), przy czym dla części gospodarczej uwzględniono trzy scenariusze odzwierciedlające odmienne koncepcje bezpieczeństwa energetycznego. Badanie obejmuje 24 państwa Unii Europejskiej w latach 2013–2024.

Badania finansowane są ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu „Bezpieczeństwo energetyczne krajów europejskich w wymiarze społecznym i gospodarczym: konstrukcja wskaźnika syntetycznego” (2025/57/N/HS4/00952).

Aleksandra Łuczak, Sławomir Kalinowski

Wielowymiarowy barometr ubóstwa w krajach Unii Europejskiej: nowa perspektywa pomiaru

Ubóstwo pozostaje jednym z najważniejszych wyzwań rozwojowych Unii Europejskiej, jednak analiza oparta wyłącznie na kryteriach dochodowych nie pozwala w pełni uchwycić jego złożoności. Celem badań jest opracowanie wielowymiarowego barometru ubóstwa jako nowej perspektywy pomiaru ubóstwa w krajach Unii Europejskiej. Metodologia badania opiera się na zmodyfikowanym podejściu pozycyjnej metody TOPSIS, umożliwiającym konstrukcję syntetycznego miernika odpornego na obserwacje odstające oraz zapewniającym porównywalność wyników. W procedurze badawczej wyróżniono dwie grupy determinant: czynniki bezpośrednie, odzwierciedlające aktualny poziom ubóstwa, oraz czynniki pośrednie, opisujące strukturalne uwarunkowania i podatność społeczeństw na pogorszenie warunków życia. Na tej podstawie skonstruowano dwie komplementarne submiary, które następnie zagregowano do postaci jednego syntetycznego miernika – wielowymiarowego barometru ubóstwa.

Proponowane narzędzie pozwala uchwycić zarówno wielowymiarowość, jak i dynamikę ubóstwa w sposób porównywalny w czasie i przestrzeni. W przeciwieństwie do tradycyjnych miar, stanowiących przede wszystkim statyczny obraz bieżącej sytuacji, barometr pełni funkcję syntetycznego sygnału ryzyka, umożliwiającego identyfikację procesów prowadzących do pogorszenia warunków życia, jeszcze zanim zostaną one w pełni odzwierciedlone przez klasyczne wskaźniki dochodowe. Opracowany barometr stanowi nie tylko narzędzie pomiarowe, ale również empiryczną operacjonalizację koncepcji ujmującej ubóstwo jako proces dynamiczny, dostarczając użytecznych informacji na potrzeby monitorowania i kształtowania polityki społecznej w Unii Europejskiej.

Anna Łyczkowska-Hanćkowiak, Aleksandra Wójcicka-Wójtowicz

Optymalizacja portfeli z wykorzystaniem logiki rozmytej zastosowanej do rekomendacji tygodniowych i miesięcznych

Decyzje inwestycyjne na rynkach akcji zazwyczaj łączą indywidualną wiedzę, doświadczenie i intuicję inwestorów. Subiektywne oceny często są uzupełniane rekomendacjami analityków wyrażonymi za pomocą etykiet językowych, takich jak „kup”, „sprzedaj” lub „trzymaj”. Takie zalecenia mogą być również generowane algorytmicznie.

Niniejszy artykuł przedstawia studium przypadku porównujące dwa horyzonty rekomendacji inwestycyjnych opartych na logice rozmytej: sekwencje krótkoterminowe (tygodniowe) i dłuższe, miesięczne. W obu przypadkach stosujemy procedurę wykorzystującą trapezowe zorientowane liczby rozmyte do wyprowadzenia rekomendacji w języku naturalnym i porównania ich z ocenami ekspertów. Analiza obejmuje spółki z indeksu WIG20. Celem

badania jest ocena, jak długość okna rekomendacji wpływa na zgodność zaleceń generowanych przez TrOFN z opiniami analityków, z uwzględnieniem implikacji dla czasu, niepewności i praktycznej użyteczności rekomendacji opartych na tych modelach.

Witold Orzeszko, Michał Buszko

Identyfikacja determinant kursów walutowych z wykorzystaniem metod uczenia maszynowego

Kursy walutowe są jednymi z kluczowych zmiennych ekonomicznych kształtujących konkurencyjność międzynarodową gospodarek, jednak wciąż nie ma konsensusu co do uniwersalnych czynników determinujących ich dynamikę. Głównym celem badania jest identyfikacja najistotniejszych czynników finansowych i niefinansowych determinujących średniookresowe zmiany kursów pięciu głównych par walutowych: EUR/USD, GBP/USD, USD/JPY, USD/CAD oraz USD/CHF. Analiza obejmuje szeroki zbiór zmiennych fundamentalnych wykorzystywanych w teoretycznych modelach finansowych i ekonomicznych, obejmujący zmienne makroekonomiczne, notowania na rynkach akcji, poziom ryzyka, ceny surowców oraz politykę banków centralnych. Ponadto zbadano, czy determinanty kursów walut są wspólne dla różnych walut oraz czy wykazują efekty opóźnione. Oceniono również, w jakim stopniu zidentyfikowane determinanty są zgodne z parytetowymi i monetarnymi teoriami kształtowania się kursów walut.

Piotr Peternek, Grzegorz Tarczyński

Tworzenie i analiza jednorodnych grup obiektów z warunkiem sąsiedztwa geograficznego

W prezentacji przedstawiamy problem grupowania obiektów z dodatkowym warunkiem zachowania sąsiedztwa geograficznego, gdzie tworzone klasy muszą tworzyć obszary spójne terytorialnie. Problem ten ma kluczowe znaczenie w analizach przestrzenno-ekonomicznych, ponieważ klasyczna algorytmizacja często ignoruje wymiar geograficzny, co prowadzi do tworzenia grup rozproszonych i niefunkcjonalnych w praktyce zarządzania publicznego czy planowania regionalnego. Uwzględnienie spójności przestrzennej pozwala na identyfikację rzeczywistych, ciągłych regionów homogenicznych, co jest niezbędne do efektywnego kierowania polityki regionalnej czy alokacji zasobów.

W celu rozwiązania tego zagadnienia konstruujemy autorski model mieszanego programowania liniowego całkowitoliczbowego (MILP). Efektywność podejścia prezentujemy na podstawie wyników badań empirycznych, których celem była próba wydzielenia spójnych grup powiatów o podobnym poziomie rozwoju szkolnictwa. Przeprowadzone eksperymenty wykazały, że zaprezentowany model MILP jest wysoce złożony obliczeniowo i czasochłonny. Znalezienie rozwiązań optymalnych lub suboptymalnych dla problemów o większej skali wymaga podjęcia dalszych prac badawczych, ukierunkowanych na skonstruowanie dedykowanych metod heurystycznych i metaheurystycznych.

Agnieszka Piekutowska, Paweł Konopka

Neuroatypowość a zachowania finansowe jednostek - analiza modelu PLS-SEM

Badania nad determinantami decyzji finansowych stanowią jeden z kluczowych obszarów ekonomii behawioralnej, jednak wpływ neuroatypowości na funkcjonowanie finansowe jednostek pozostaje nadal niewystarczająco rozpoznany. Identyfikacja mechanizmów łączących neuroatypowość z zachowaniami finansowymi ma istotne znaczenie zarówno dla rozwoju teorii ekonomii behawioralnej, jak i projektowania skutecznych działań wspierających osoby doświadczające trudności w zarządzaniu finansami.

Celem badania była analiza wpływu neuroatypowości na operacyjne trudności finansowe (Financial Behavioural Barriers – FBB) oraz atypowe zachowania finansowe (Atypical Financial Behaviour – AFB) z wykorzystaniem modelowania równań strukturalnych PLS-SEM. Analizę przeprowadzono na próbie 139 respondentów. Oceniono zewnętrzny model pomiarowy konstruktów kompozytowych oraz wewnętrzny model strukturalny, potwierdzając brak problemów współliniowości ($VIF < 3$), istotność wszystkich wag zewnętrznych oraz trafność dyskryminacyjną konstruktów ($HTMT < 0,85$). Analiza modelu strukturalnego wykazała, że wszystkie założone zależności były dodatnie i istotne statystycznie. Najsilniejszy wpływ odnotowano dla relacji $FBB \rightarrow AFB$ ($\beta = 0,31$). Wyniki wskazują, że neuroatypowość oddziałuje na atypowe zachowania finansowe zarówno bezpośrednio, jak i pośrednio poprzez zwiększenie operacyjnych trudności finansowych.

Ewa Roszkowska, Tomasz Wachowicz***Wielokryterialna ocena postaw wobec AI w miejscu pracy w krajach UE w świetle danych Eurobarometru – analiza metodą B-TOPSIS***

W pracy zastosowano metodę Belief Structure TOPSIS (B-TOPSIS) do analizy postaw wobec wykorzystania sztucznej inteligencji w miejscu pracy w krajach UE27 na podstawie danych ze Special Eurobarometer 554. W przeciwieństwie do tradycyjnych miar opartych wyłącznie na odsetku odpowiedzi pozytywnych metoda B-TOPSIS uwzględnia pełny rozkład odpowiedzi oraz niepewność ocen respondentów. Skonstruowano indywidualne indeksy dla ośmiu zastosowań AI w miejscu pracy oraz zagregowany indeks akceptacji. Wyniki wskazują na zróżnicowanie postaw pomiędzy krajami UE.

Relatywnie wyższy poziom akceptacji dotyczy zastosowań związanych z bezpieczeństwem pracy, natomiast rozwiązania budzące kontrowersje etyczne — takie jak monitorowanie pracowników czy automatyczne zwalnianie — spotykają się z niskim poziomem społecznej aprobaty. Umiarkowaną akceptację odnotowano dla praktyk obejmujących gromadzenie informacji o kandydatach, przydzielanie zadań oraz przetwarzanie danych pracowników. Metoda B-TOPSIS pozwala uchwycić różnice w intensywności ocen oraz poziomie niepewności odpowiedzi, które pozostają niewidoczne w przypadku klasycznego podejścia opartego na łącznym udziale ocen pozytywnych. Dodatkowo przeprowadzona analiza wrażliwości oparta na symulacji Monte Carlo oraz dominacji stochastycznej potwierdza wysoką stabilność otrzymanych rankingów względem alternatywnych założeń dotyczących funkcji użyteczności.

Słowa kluczowe: sztuczna inteligencja; miejsce pracy; Eurobarometr; analiza wielokryterialna; B-TOPSIS; dane ankietowe; niepewność

Karolina Sobczak-Marcinkowska, Monika Naskręcka, Damian Sołtysiak***Dynamika proekologicznych postaw konsumentów w modelu ze zmienną liczebnością populacji***

Referat przedstawia model Eco-SEIN służący do analizy dynamiki proekologicznych postaw konsumentów. Populację podzielono na cztery grupy: podatnych, świadomych ekologicznie, trwale zaangażowanych oraz niezaangażowanych/opornych. Model uwzględnia otwartą populację, przejścia między grupami oraz endogeniczny mechanizm przekazu medialnego. Kalibrację przeprowadzono na podstawie ośmiu pomiarów EKObaremetru z lat 2020–2026, wykorzystując udziały grup i rzeczywiste odstępstwa czasu między falami. Ze względu na nieobserwowalny bezpośrednio poziom przekazu medialnego zastosowano parametry efektywne.

Analiza wielostartowa ujawniła praktyczną nieidentyfikowalność części parametrów i istnienie odmiennych, lecz podobnie dopasowanych parametryzacji. Dalsza analiza obejmuje dynamikę bazową, wpływ siły reakcji i skuteczności przekazu medialnego, stany stacjonarne oraz odporność wyników na wybór parametryzacji. Wyniki wskazują na nieliniowy charakter transformacji oraz szczególne znaczenie aktywnego kanału przejścia konsumentów niezaangażowanych do grupy świadomej ekologicznie. Model traktowany jest jako narzędzie analizy mechanizmów i scenariuszy, a nie precyzyjnego prognozowania długookresowego.

Michał Stasiak***Budowa systemu handlu algorytmicznego z wykorzystaniem wskaźników bRSI oraz BWMA***

W referacie przedstawiono nową koncepcję systemu handlu algorytmicznego. System wykorzystuje binarno-czasową reprezentację kursu walutowego, umożliwiającą precyzyjną analizę zmian notowań. Decyzje inwestycyjne w systemie podejmowane są na podstawie analizy dwóch wskaźników opracowanych dla reprezentacji binarno-czasowej: bRSI (ang. binary Relative Strength Index) oraz BWMA (ang. Binary Weighted Moving Average).

System został zoptymalizowany pod kątem efektywności finansowej mierzonej wskaźnikiem Calmara. Badania przeprowadzono z wykorzystaniem danych historycznych z ostatnich sześciu lat dla jednego z najpopularniejszych wśród inwestorów kursów walutowych, tj. EUR/USD.

Marek Szopa, Piotr Frąckiewicz, Anna Gorczyca-Goraj, Krzysztof Grzanka, Katarzyna Rycerz,**Remigiusz Smoliński*****Paretooptymalność rozszerzeń kwantowych gier symetryzowalnych***

Klasyczne równowagi Nasha opisują sytuacje, w których żaden z graczy nie ma indywidualnej motywacji do jednostronnej zmiany strategii. Taka równowaga nie gwarantuje jednak ani optymalności, ani sprawiedliwości uzyskanego wyniku. Mechanizmy korelacji wprowadzone przez Aumanna, mogą poprawiać koordynację między graczami, lecz w klasycznym ujęciu wymagają trzeciej strony, zazwyczaj zaufanego mediatora. W artykule pokazujemy, że korelacje kwantowe pozwalają połączyć stabilność Nasha, poprawę w sensie Pareto oraz równość wypłat bez zmiany pierwotnego klasycznego problemu wypłat.

Analizujemy dwuosobowe gry o dwóch strategiach, które są symetryczne z dokładnością do zamiany strategii. Klasa ta obejmuje między innymi dylemat więźnia, grę jastrzęb–gołąb, grę w cykora, walkę płci czy deadlock. Dla każdej gry z tej klasy identyfikujemy rozszerzenie kwantowe zachowujące klasyczną strukturę wypłat, w którym istnieje równowaga Nasha dająca obu graczom jednakową wypłatę. Wypłata ta jest nie mniejsza niż wypłata w odpowiadającej jej klasycznej symetrycznej równowadze Nasha. Z wyjątkiem przypadków, gdy równowaga klasyczna jest już Paretooptimalna, oraz poza jawnie scharakteryzowanymi regionami brzegowymi, uzyskana poprawa jest dodatnia.

Klasyfikujemy regiony przestrzeni wypłat, w których pojawia się taka poprawa, a następnie wyznaczamy reprezentatywne kwantowe równowagi Nasha dla tych regionów, wykorzystując obliczenia wykonane na sprzęcie IBM Quantum. Otrzymane wyniki pokazują, że rozszerzenia kwantowe nie zmieniają samej gry klasycznej, lecz zmieniają dopuszczalną strukturę korelacji między działaniami graczy. Dzięki temu wyniki sprawiedliwe i Paretooptimalne mogą stać się zgodne z indywidualnymi bodźcami graczy. Praca wskazuje tym samym możliwą, protokolarną drogę wykorzystania teorii gier kwantowych w projektowaniu sprawiedliwych mechanizmów decyzyjnych.

Krzysztof Targiel, Maciej Nowak

Dynamiczne zarządzanie portfelem projektów z wykorzystaniem wielokryterialnych metod podejmowania decyzji — model okresowej rewizji priorytetów w warunkach niepewności

Zarządzanie portfelem projektów w zmiennym i niepewnym otoczeniu wymaga odejścia od jednorazowego wyboru przedsięwzięć na rzecz mechanizmów cyklicznej rewizji priorytetów. Celem niniejszego artykułu jest opracowanie i przedstawienie modelu dynamicznego zarządzania portfelem projektów, w którym ocena i priorytetyzacja projektów opierają się na wielokryterialnych metodach podejmowania decyzji (MCDM), a struktura portfela jest okresowo aktualizowana w odpowiedzi na zmiany kryteriów decyzyjnych, postępów w projekcie i dostępności zasobów.

Część teoretyczna analizuje wybrane metody wielokryterialne (w tym TOPSIS, podejście interaktywne) pod kątem ich przydatności w warunkach zmiennych danych wejściowych oraz identyfikuje ograniczenia ich statycznego zastosowania. Problem przedstawiono jako wielokryterialne zadanie programowania dynamicznego, a do jego rozwiązania zastosowano procedurę interaktywną. Model wykorzystuje kryteria oceny i ograniczenia odzwierciedlające rzeczywiste problemy napotykane w przedsiębiorstwach, w tym uwarunkowania budżetowe, zasobowe i strategiczne, co zwiększa praktyczną użyteczność proponowanego rozwiązania.

Zastosowalność proponowanej metody zilustrowano przykładem opartym na danych uzyskanych od firmy specjalizującej się w produkcji innowacyjnego sprzętu medycznego. Wyniki wskazują, że integracja metod wielokryterialnych z podejściem dynamicznym zwiększa elastyczność podejmowania decyzji i pozwala na lepsze dostosowanie portfela do zmieniających się warunków strategicznych i operacyjnych. Artykuł kończy się wnioskami i wskazówkami dotyczącymi dalszych badań, w tym możliwości uwzględnienia analizy niepewności i ryzyka rozmytego.

Małgorzata Wrzosek

Skuteczność i interpretowalność w prognozowaniu zdarzeń rzadkich

Metody uczenia maszynowego w wielu zastosowaniach pozwalają na uzyskanie coraz bardziej trafnych prognoz. Poprawa skuteczności odbywa się jednak kosztem możliwości interpretacji i wyjaśnienia działania modelu. Rozwój metod interpretacji takich, jak np. zastosowanie wartości Shapleya pomaga osiągać kompromis między skutecznością działania modelu, a możliwością jego wyjaśnienia. Jednak nie zawsze taki kompromis jest rozwiązaniem najlepszym. Celem pracy jest porównanie i ocena różnych sposobów na uzyskanie skutecznych i interpretowalnych modeli prognozujących zdarzenia, w szczególności w przypadku zdarzeń rzadkich. W takim przypadku znaczne niezbalansowanie próby powoduje dodatkowe trudności zarówno w trafnym prognozowaniu, jak i w poprawnej interpretacji wyników. Praca nie ma na celu wskazania jednej optymalnej metody rozwiązania problemu, ale raczej wskazanie możliwości oraz sytuacji, które mogą zmieniać priorytety w modelowaniu zdarzeń rzadkich.

Mateusz Zawisza, Bogumił Kamiński, Paweł Prałat

Efektywność aukcji w rzadkich sieciowych rynkach dwustronnych

Celem pracy jest pomiar ekonomicznej efektywności rynków wymiany bilateralnej między agentami typu zero-intelligence (ang. *Zero-Intelligence Traders*). Handel homogenicznym dobrem może odbywać się jedynie pomiędzy wybranymi parami sprzedawców i kupujących, określonymi przez egzogeniczny, rzadki graf dwudzielny generowany losowo. Handel bilateralny, charakterystyczny dla zdecentralizowanych rynków, takich jak rynek samochodów

używanych, obrót papierami wartościowymi poza rynkiem regulowanym czy rynki nieformalne, stanowi istotną część aktywności gospodarczej mimo braku centralnych mechanizmów równoważenia rynku. Istotną cechą takich rynków są społeczne i handlowe więzi między sprzedawcami i kupującymi, które mają charakter lokalny, co oznacza, że nie wszyscy uczestnicy rynku znają się wzajemnie i mogą handlować ze wszystkimi, lecz każdy agent zna jedynie pewien podzbiór partnerów, z którymi może zawierać transakcje.

Wykorzystując formalne dowody matematyczne oparte na teorii grafów losowych, uzyskano wyniki dla dwóch klas mechanizmów dopasowania (ang. *matching*): optymalnego mechanizmu równoważącego rynek oraz zdecentralizowanego mechanizmu aukcji podwójnej (ang. *double auction*). Wykazano, że mechanizm optymalny osiąga asymptotycznie pełną efektywność, mierzoną całkowitym dobrobytem społecznym, nawet w warunkach rzadkich sieci. Ponadto dowiedziono, że mechanizm aukcji podwójnej, mimo wykorzystania jedynie lokalnej informacji, osiąga asymptotycznie ten sam poziom efektywności. Wyniki wskazują, że wysoka efektywność rynkowa może wytłaniać się z lokalnej koordynacji w rzadkich sieciach bez potrzeby centralnej optymalizacji i pełnej informacji.

Mateusz Zawisza, Krzysztof Siegieda

Wpływ asymetrii pamięci na koluzję algorytmiczną w sekwencyjnej konkurencji cenowej: analiza z wykorzystaniem Q-learningu

Dynamiczny rozwój algorytmów ustalających ceny rodzi pytanie, czy systemy uczące się mogą samodzielnie prowadzić do ograniczenia konkurencji bez bezpośredniej komunikacji między przedsiębiorstwami. W pracy analizowany jest model sekwencyjnej konkurencji cenowej dwóch przedsiębiorstw wykorzystujących algorytmy Q-learning. Szczególną uwagę poświęcono wpływowi asymetrii pamięci agentów na stabilność koluzji oraz strukturę osiąganych równowag.

Przeprowadzono 1000 niezależnych symulacji dla trzech konfiguracji pamięci (1 vs 1, 1 vs 0 oraz 1 vs 2). Oprócz klasycznych miar, takich jak średnie ceny i zyski, zastosowano analizę skupień do identyfikacji odmiennych reżimów cenowych. Wyniki pokazują, że asymetria pamięci nie eliminuje koluzji algorytmicznej, lecz może ją stabilizować poprzez ograniczenie cykli Edgewortha i zwiększenie częstości zbieżności do stacjonarnych równowag cenowych. Jednocześnie korzyści z wydłużania pamięci wykazują malejące przyrosty, podczas gdy złożoność procesu uczenia rośnie wykładniczo.

Uzyskane wyniki wskazują, że skuteczna koordynacja cen zależy bardziej od poziomu zaawansowania algorytmów stosowanych przez konkurentów niż od indywidualnej przewagi pojedynczego przedsiębiorstwa. Badanie dostarcza nowych wniosków dla projektowania algorytmów decyzyjnych oraz oceny ryzyka koluzji algorytmicznej przez organy ochrony konkurencji.

Kacper Zielak

Generowanie rankingów i mierzenie ich stabilności - przegląd istniejących podejść

Rankingi są powszechnie wykorzystywane jako narzędzie wspomagające podejmowanie decyzji w ekonomii, zarządzaniu i wielu innych dziedzinach. Ich konstrukcja opiera się na metodach porządkowania liniowego oraz wielokryterialnego wspomagania decyzji (MCDA), jednak uzyskane wyniki mogą zależeć od przyjętych założeń, takich jak sposób normalizacji danych, wyznaczania wag kryteriów czy zastosowana miara odległości. Z tego względu istotnym zagadnieniem staje się ocena stabilności rankingów, rozumianej jako miara podobieństwa rankingów tworzonych w obrębie jednej metody.

Celem referatu jest przedstawienie przeglądu istniejących podejść do generowania rankingów oraz metod wykorzystywanych do oceny ich stabilności. Omówione zostaną najważniejsze etapy procesu budowy rankingów, najczęściej stosowane metody ich porównywania oraz miary służące do oceny zgodności i stabilności uzyskiwanych wyników. Referat podsumuje aktualny stan badań, wskazując najważniejsze wyzwania metodologiczne oraz potencjalne kierunki dalszych prac nad zwiększaniem wiarygodności procedur rankingowych.