



**WARSAW
UNIVERSITY
OF LIFE SCIENCES**

Institute of Economics and Finance

Department of Econometrics and Statistics



26th International Conference on Quantitative Methods
in Economics 2025

BOOK OF ABSTRACTS

Warsaw, 25th June 2025

Presentation

The Scientific Conference “Quantitative Methods in Economics” is an annual event organized by the Department of Econometrics and Statistics. The main aim of the conference is a presentation of the latest research results as well as the integration of Polish and international scholars working on the application of mathematics and computer science in economics. Conference Scope and Topics:

- statistics, econometrics and biometrics,
- applied statistics, mathematics and quantitative methods in economics, management and logistics,
- multidimensional data analysis,
- financial engineering and operational research,
- financial mathematics and insurance,
- quantitative methods in life sciences,
- data science.

We hope you enjoy the Conference!

Scientific committee

Hanna Dudek

Chair

Joanna Landmesser

Vice-Chair

Organising committee

Tomasz Woźniakowski
Chair

Paweł Kobus
Scientific Chair

Mariola Chrzanowska

Grzegorz Rawa

Stanisław Jaworski

Robert Woźniak

Martyna Mórawska

Nexus between oil price volatility and sectoral stock markets in Pakistan. Evidence from VAR for VaR and Cross-Quantilogram analysis

Adnan Muhammad

Department of Economics, COMSATS University Islamabad, Pakistan

Stock market returns are an ever-growing concern for investors. Since oil prices are considered as a major input in the production process, thus an increase in oil prices is associated with stock market returns. Current literature provides evidence on the positive as well as negative impact of oil price increases on stock market returns. Specifically, the effect on an increase in oil prices is found to be positive on stock market returns for the oil exporting countries while in contrast it is negative for the oil importing countries. The oil price fluctuations have huge impact on various macroeconomic indicators of an economy such as growth, unemployment, inflation etc., specifically for oil importing countries due to the fact that oil plays a crucial role in the production of industrial and non-industrial commodities. Thus, studying the impact of oil price variation on stock returns is important not only for investors but also for policy analysts and decision makers. This study takes a lead and investigates the risk spillover impacts on oil price volatility on stock market returns by considering key indices related to different sectors for Pakistan, by making use of recently developed approach VAR for Var model. The robustness of the results is assessed via the cross-quantilogram approach which provides insights on the causal direction of the variables of interest over different quantiles. Specifically, the risk spillover impact is analyzed over downside (lower, 1% and 5%) as well as upside (upper, 95% and 99%) quantiles. The findings provide deep insights to policy makers and investors in Pakistan.

Key Words: impulse-response functions; Asymmetric; multivariate variate multi-quantile

Temporal Fusion Transformer model in Economic Time Series Analysis

Sylwester Bejger

Katedra Zastosowań Informatyki i Matematyki w Ekonomii, WNEiZ UMK

The analysis of economic time series has gained substantial momentum in recent years, especially with the advent of advanced machine learning techniques. Among these, the Temporal Fusion Transformer (TFT), introduced by Lim et al. (2021), has emerged as a promising model for capturing complex temporal dependencies while offering built-in interpretability features for forecasting tasks.

Economic time series data, characterized by temporal structure and significant complexity, require robust analytical frameworks capable of uncovering historical patterns and providing reliable forecasts. Traditional statistical models, such as autoregressive integrated moving average (ARIMA) models (Box et al., 2015), have long been employed for this purpose. However, they often struggle with high-dimensional inputs and nonlinear relationships commonly found in economic datasets.

Recent advances in deep learning have enabled the development of more sophisticated models. Recurrent neural networks (RNNs) and long short-term memory (LSTM) networks (Hochreiter & Schmidhuber, 1997) marked a significant improvement in modeling sequential data. Nevertheless, such models typically lack transparency—a crucial drawback when analyzing economic phenomena, where understanding the influence of predictors and the structure of the data-generating process is as important as predictive performance.

Contemporary economic time series analysis increasingly demands both high forecasting accuracy and interpretability to uncover generation mechanisms, relevant predictors, and historical regularities. Traditional time series methods (e.g., ARIMA, exponential smoothing, vector autoregression) offer interpretable components such as trend, seasonality, and lag effects. However, they often lack the flexibility to model complex, nonlinear, and high-dimensional data. In contrast, modern deep learning approaches—such as LSTMs, Transformers, and Temporal Convolutional Networks—excel in capturing nonlinear dependencies and interactions, but are often criticized as “black-box” models.

This has motivated a research agenda since the mid-2010s aimed at improving interpretability in neural forecasting models. One important development is the Temporal Fusion Transformer (TFT), designed to combine high predictive performance with native interpretability in multi-horizon forecasting tasks.

In this study, we apply the TFT model to selected economic time series—including Brent crude oil prices, HYH spot gasoline and diesel prices, Polish wholesale fuel prices, gold prices, and selected exchange rates—to assess the model’s capacity to reveal insights into the underlying mechanisms of target variable formation. We conduct a comparative evaluation of TFT and Random Forest Regression (RFR), focusing exclusively on the native interpretability features inherent to each model.

RFR offers global feature importance metrics—such as Mean Decrease in Impurity (Gini importance) and Permutation Importance (Mean Decrease in Accuracy)—which quantify each

feature's average contribution to model performance. While useful for identifying relevant predictors, these methods provide only static rankings and offer limited insights into the temporal structure or individual predictions.

In contrast, the TFT architecture integrates multiple components to support both forecasting and interpretability. It employs:

- **Gated Residual Networks (GRNs):** To regulate the flow of information across the network.
- **An LSTM-based sequence-to-sequence encoder-decoder architecture:** For processing local temporal patterns.
- **A multi-head self-attention decoder with a modified attention mechanism:** To capture long-term dependencies and highlight temporally relevant information in a more interpretable way.

TFT offers two key native interpretability mechanisms:

1. **Variable Selection Networks (VSN):** These learn instance-wise input relevance, selecting both static and time-varying features dynamically at each time step. This allows the model to emphasize the most relevant features specific to each prediction.
2. **Modified Multi-head Attention Mechanism:** Unlike standard attention in Transformers, TFT's attention mechanism is adapted to enable direct interpretability. It computes attention scores over time steps, allowing us to identify which specific past time periods (or ranges) are most influential for the forecast horizon. This mechanism is particularly useful for identifying long-term dependencies and the impact of significant events. Visualization of attention weights enables insight into how past observations contribute to current predictions.

Model Temporal Fusion Transformer w analizie ekonomicznych szeregów czasowych

Our research focuses on evaluating TFT's ability to uncover important structural aspects of economic time series with varying statistical properties (e.g., stationary vs. integrated). Specifically, our objectives are:

- To compare the interpretability mechanisms of TFT and RFR,
- To assess whether TFT can enhance our understanding of time series generation processes,
- To highlight the limitations of both approaches in interpretable economic forecasting tasks.

Analiza ekonomicznych szeregów czasowych zyskała w ostatnich latach na popularności i znaczeniu, zwłaszcza w związku z rozwojem zaawansowanych technik uczenia maszynowego. Wśród nich wyróżnia się model Temporal Fusion Transformer (TFT), zaproponowany przez Lima i in. (2021), który stanowi obiecujące podejście do modelowania złożonych zależności czasowych, oferując jednocześnie wbudowane mechanizmy interpretowalności.

Ekonomiczne szeregi czasowe, charakteryzujące się strukturą temporalną i wysokim stopniem złożoności, wymagają solidnych ram analitycznych, zdolnych do identyfikowania wzorców historycznych i generowania wiarygodnych prognoz. Tradycyjne modele statystyczne, takie jak

modele autoregresyjne (np. ARIMA) (Box i in., 2015), były od dawna wykorzystywane w tym celu. Jednak często są one niewystraszające dla danych o wysokiej wymiarowości oraz nieliniowych zależnościach, które powszechnie występują w danych ekonomicznych.

Postępy w dziedzinie uczenia głębokiego umożliwiły rozwój bardziej zaawansowanych modeli. Sieci rekurencyjne (RNN) oraz sieci długiej pamięci krótkoterminowej (LSTM) (Hochreiter i Schmidhuber, 1997) znacząco poprawiły możliwości modelowania danych sekwencyjnych. Niemniej jednak modele te zazwyczaj cechują się brakiem przejrzystości – co stanowi istotną wadę w analizie zjawisk ekonomicznych, gdzie zrozumienie wpływu predyktorów oraz mechanizmu generowania danych jest równie ważne jak dokładność prognoz.

Współczesna analiza szeregów czasowych w ekonomii stawia coraz większe wymagania wobec modeli – nie tylko pod względem dokładności prognoz, ale także interpretowalności. Tradycyjne metody (np. ARIMA, wygładzanie wykładnicze, wektorowa autoregresja) oferują przejrzyste komponenty, takie jak trend, sezonowość czy efekty opóźnień. Jednak często brakuje im elastyczności w modelowaniu nieliniowych i złożonych relacji. Z kolei nowoczesne podejścia głębokiego uczenia – takie jak LSTM, Transformery czy temporalne konwolucyjne sieci neuronowe (TNC) – skutecznie odwzorowują nieliniowe zależności i interakcje, ale są często krytykowane jako mechanizmy typu „black-box” w odniesieniu do interpretowalności.

To doprowadziło, od połowy lat 2010., do rozwoju nowej agendy badawczej ukierunkowanej na zwiększenie interpretowalności modeli neuronowych w prognozowaniu szeregów czasowych. Jednym z istotnych osiągnięć tego nurtu jest model Temporal Fusion Transformer (TFT), zaprojektowany z myślą o łączeniu wysokiej dokładności prognoz z natywną interpretowalnością w prognozowaniu.

W niniejszym badaniu stosujemy model TFT do wybranych ekonomicznych szeregów czasowych – w tym cen ropy Brent, cen hurtowych benzyny i oleju napędowego notowanych w New York Harbour hub, cen hurtowych paliw w Polsce, cen złota oraz wybranych kursów walutowych – w celu oceny jego zdolności do odkrywania mechanizmów powstawania zmiennych docelowych. Przeprowadzamy porównanie modelu TFT z modelem regresyjnego lasu losowego (RFR), skupiając się wyłącznie na natywnych mechanizmach interpretowalności dostępnych w obu modelach.

Model RFR dostarcza globalnych miar ważności zmiennych – takich jak Średni Spadek Zanieczyszczenia (Gini importance) oraz Ważność Permutacyjna (Średni Spadek Dokładności) – które kwantyfikują przeciętny wkład każdej zmiennej w jakość prognoz. Choć metody te są przydatne do identyfikacji istotnych predyktorów, generują one jedynie statyczne rankingi i oferują ograniczony wgląd w strukturę czasową danych lub interpretację pojedynczych prognoz.

W przeciwieństwie do tego, architektura TFT integruje wiele komponentów wspierających zarówno prognozowanie, jak i interpretowalność. W szczególności wykorzystuje:

- **Gated Residual Networks (GRN):** służące do kontroli przepływu informacji w sieci,
- **Architekturę enkoder-dekoder opartą na LSTM:** do lokalnego przetwarzania wzorców czasowych,
- **Dekoder z mechanizmem uwagi (atencji) typu wielogłowego, wyposażony w zmodyfikowaną wersję uwagi:** umożliwiający uchwycenie długoterminowych

zależności i identyfikację istotnych w czasie informacji w sposób zrozumiały dla użytkownika.

TFT oferuje dwa kluczowe, natywne mechanizmy interpretowalności:

1. **Variable Selection Networks (VSN)** – sieci selekcji zmiennych, które dynamicznie uczą się istotności cech (zarówno statycznych, jak i zmiennych w czasie) na poziomie pojedynczych przypadków i kroków czasowych, pozwalając modelowi na dostosowanie się do kontekstu każdej prognozy.
2. **Zmodyfikowany mechanizm uwagi typu wielogłowego** – w odróżnieniu od standardowego mechanizmu uwagi w Transformerach, mechanizm ten został dostosowany z myślą o interpretowalności. Oblicza on wagi uwagi względem kroków czasowych, umożliwiając identyfikację konkretnych okresów przeszłych, które mają największy wpływ na prognozy. Jest to szczególnie przydatne przy identyfikacji długoterminowych zależności oraz wpływu istotnych zdarzeń. Wizualizacja wag attention pozwala na analizę, jak wcześniejsze obserwacje wpływają na tworzenie prognozy.

Nasze badanie koncentruje się na ocenie zdolności modelu TFT do ujawniania kluczowych cech strukturalnych ekonomicznych szeregów czasowych o różnych właściwościach statystycznych (np. stacjonarnych i niestacjonarnych). W szczególności naszymi celami są:

- porównanie mechanizmów interpretowalności modeli TFT i RFR,
- ocena, czy TFT może pogłębić naszą wiedzę o mechanizmach generowania szeregów czasowych,

wskazanie ograniczeń obu podejść w zadaniach interpretowalnego prognozowania ekonomicznego

Decoding Systemic Risk in the Insurance Sector: A Transfer Entropy Approach

Anna Denkowska, Stanisław Wanat

Department of Mathematics, Krakow University of Economics, Poland

Maciej Denkowski

Faculty of Mathematics and Computer Science, Jagiellonian University, Poland

How does systemic risk arise and then grow in the insurance sector? We determine what information is contained in market data and how this information flows between the world's largest insurance institutions. How has the mutual relationship and role of the world's largest insurers changed over the last twenty years in the entire insurance sector? Do the interconnections in the insurance sector (globally) and the topology of the network of these connections change with the unrest and crises in the global financial market? We answer these questions based on the analysis of filtered networks of connections in the insurance sector. In the construction of Minimum Spanning Trees, we rely on the transfer entropy between each pair of the analyzed largest global insurers.

Key words: Minimum Spanning Trees, Transfer Entropy, Systemic Risk, Insurance Sector

Rozszyfrowanie ryzyka systemowego w sektorze ubezpieczeń: podejście oparte na entropii transferu

Jak powstaje i narasta ryzyko systemowe w sektorze ubezpieczeń? Sprawdzamy, jakie informacje są zawarte w danych rynkowych oraz jak te informacje przepływają pomiędzy największymi instytucjami ubezpieczeniowymi świata. Analizujemy, jak zmieniły się wzajemne relacje i rola tych ubezpieczycieli w ciągu ostatnich dwudziestu lat. Czy powiązania między firmami oraz topologia sieci połączeń ulega zmianie w okresach niepokoju i kryzysów na światowym rynku finansowym? Na te pytania odpowiadamy, opierając się na analizie filtrowanych sieci połączeń w sektorze ubezpieczeniowym. Konstrukcja Minimalnych Drzew Rozpinających oparta jest na entropii transferu obliczanej między każdą parą analizowanych globalnych ubezpieczycieli.

Słowa kluczowe: Minimalne Drzewa Rozpinające, Entropia Transferu, Ryzyko Systemowe, Sektor Ubezpieczeń

Order picking in shared storage – selected research results

Krzysztof Dmytrów

University of Szczecin, Institute of Economics and Finance

In shared storage we assume that each item index can be stored in multiple locations, and multiple item indexes can be stored in a single location. To select locations to be visited during order picking, we can use linear ordering methods. The locations where the items on the picking list are stored should then be described by variables to which weights should be assigned. The weights should ensure the implementation of different location selection strategies. The purpose of this paper is to present selected research results related to order picking in shared storage. Random storage order was assumed, each order consisted of 10 item indexes, and the following linear ordering methods were used to select locations: COPRAS (Complex PROportional ASsessment), TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) and two variants of the TMAL (Taxonomic Measure of Location Attractiveness) method, which is based on Z. Hellwig's synthetic development measure. The research was conducted using simulation methods. For selected location selection strategies, the distributions of picking times obtained using different heuristics for determining the picker's route were compared.

Kompletacja towarów w składowaniu współdzielonym – wybrane wyniki badań

Składowanie współdzielone towarów zakłada, że każdy indeks towarowy może być składowany w wielu lokalizacjach, oraz w jednej lokalizacji może być składowanych wiele indeksów towarowych. Aby wybrać lokalizacje do odwiedzenia podczas kompletacji towarów, można posłużyć się metodami porządkowania liniowego. Lokalizacje, w których są składowane towary znajdujące się na liście kompletacyjnej, należy wówczas opisać zmiennymi, którym należy przypisać wagi. Wagi powinny zapewniać realizację różnych strategii wyboru lokalizacji. Celem wystąpienia jest zaprezentowanie wybranych wyników badań związanych z kompletacją towarów w składowaniu współdzielonym. Założono losowe składowanie towarów, każde zamówienie składało się z 10 indeksów towarowych, a do wyboru lokalizacji wykorzystano następujące metody porządkowania liniowego: COPRAS (Complex PROportional ASsessment), TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) oraz dwie odmiany metody TMAL (Taksonomiczna Miara Atrakcyjności Lokalizacji), opartej na syntetycznym mierniku rozwoju Z. Hellwiga. Badanie przeprowadzono za pomocą metod symulacyjnych. Dla wybranych strategii wyboru lokalizacji porównano rozkłady czasów kompletacji towarów uzyskanych przy zastosowaniu różnych heurystyk wyznaczania trasy magazyniera.

Economic Dynamics May Be Different Than It Seems: Multiplicity of Relevant Economic Cycles

Szymon Chudziak

Department of Economics I, Collegium of Economic Analysis, SGH Warsaw School of Economics

A model of cyclical signals, trend and noise is developed, allowing for more than one cycle per each variable and the composition of cycles to differ for each macroeconomic aggregate. Estimation and best-model selection result in very good fit to the data, which, paired with highly significant estimates of amplitudes and phases provides strong evidence that many cycles drive macroeconomic aggregates, undergoing fundamentally different cyclical fluctuations. Strikingly, the cycles that shape economic growth the most are below the traditional business-cycle frequencies band of 6-40 quarters. The performance of the devised cyclical signal model is superior relatively to the stochastic cycle model, challenging the view that economic cycles are best represented as stochastic or random. The constructed model allows to test whether the growth of an economy is unbalanced, which is the case for the studied economy. It also enables evaluating whether government's consumption is procyclical and whether its noncyclical part is reactive to or actively shaping output growth.

Key words: Business cycles, balanced growth, procyclicality

Dynamika gospodarcza może być inna, niż się wydaje: wielość istotnych cykli ekonomicznych

Opracowano model sygnałów cyklicznych, trendu i szumu, który dopuszcza istnienie więcej niż jednego cyklu dla każdej zmiennej oraz umożliwia, by skład cykli różnił się dla każdego agregatu makroekonomicznego. Estymacja i wybór najlepszego modelu skutkują bardzo dobrym dopasowaniem do danych, co w połączeniu z istotnymi statystycznie oszacowaniami amplitud i faz stanowi mocny dowód na to, że wiele cykli napędza agregaty makroekonomiczne, podlegające zasadniczo odmiennym wahaniom cyklicznym. Co szczególnie uderzające, cykle, które najbardziej kształtują wzrost gospodarczy, znajdują się poniżej tradycyjnego pasma częstotliwości cyklu koniunkturalnego wynoszącego 6–40 kwartałów. Opracowany model sygnałów cyklicznych działa lepiej niż model cyklu stochastycznego, podważając pogląd, że cykle gospodarcze najlepiej przedstawiać jako stochastyczne lub losowe. Model ten umożliwia również testowanie, czy wzrost gospodarki jest nie zrównoważony — co ma miejsce w przypadku analizowanej gospodarki. Pozwala też ocenić, czy konsumpcja rządowa jest procykliczna i czy jej niecykliczna część reaguje na wzrost produkcji, czy też go aktywnie kształtuje.

An overlooked contribution of Jan Salomon Cramer: measure of fit and cut-off point for binomial logit

Marek Gruszczyński

SGH Warsaw School of Economics

We revisit the contribution of Jan Salomon (Mars) Cramer (1928-2014) to binomial logit modelling. Cramer, a microeconometrician from the University of Amsterdam, proposed both a novel measure of fit for binomial logit and a cut-off point in binary classification, particularly suitable for unbalanced samples. We present these two contributions and discuss their relevance in the current discourse on binomial logit modelling. We highlight that Cramer's measure of fit, known as "Cramer's lambda" appears in the literature under the name of Tjur's D. We also note that Cramer's cut-off point, alpha is rarely cited as an alternative to more commonly referenced thresholds such as Youden or Liu cut-offs.

Niedoceniany wkład Jana Salomona Cramera do dwumianowego modelu logitowego: miara dopasowania i punkt odcięcia

Zajmujemy się nieco zapomnianymi propozycjami Jana Salomona (Marsa) Cramera (1928–2014) dla dwumianowego modelu logitowego. Cramer, mikroekonometryk z Uniwersytetu Amsterdamskiego, zaproponował zarówno nową miarę dopasowania, jak i punkt odcięcia, szczególnie przydatny w przypadku prób niezbilansowanych. Przedstawiamy te dwie propozycje Cramera i omawiamy ich znaczenie w obecnej dyskusji na temat modelowania logitowego. Zwracamy uwagę, że miara dopasowania Cramera, znana jako „lambda Cramera”, pojawia się w literaturze pod nazwą D Tjura. Podkreślamy również, że punkt odcięcia „alfa Cramera” rzadko jest cytowany jako alternatywa wobec częściej przywoływanych progów, takich jak punkty odcięcia Youdena czy Liu.

Unsupervised Classification of Japanese Candlesticks: Technical Analysis vs Machine Learning

Maciej Janowicz, Luiza Ochnio

Warsaw University of Life Sciences

The unsupervised clusterization of a set of Japanese Candlesticks generated by the currency pair prices on the Forex market has been performed.. Several algorithms that do not require the number of clusters in advance have been used. It turns out that different algorithms give glaringly different numbers and description of clusters. Comparison with well-established candlestick types known from the technical analysis has been made.

Nienadzorowana klasyfikacja japońskich świec: analiza techniczna, a uczenie maszynowe

W artykule przeprowadzona została nienadzorowana klasyfikacja świec japońskich generowanych przez ceny par walutowych na rynku Forex. Zastosowano szereg algorytmów uczenia maszynowego, które nie wymagają wcześniejszego określenia liczby klastrów. Stwierdzono, że różne algorytmy dają istotnie różne liczby i opisy klastrów. Dokonano porównania z tradycyjnymi typami świec znanymi z analizy technicznej

Large Language Models as Investment Strategy Builders

Maciej Janowicz, Luiza Ochnio

Warsaw University of Life Sciences

Hridai Vadera

(...)

This paper presents a multi-agent system that implements the structured team approach from Marcos Lopez de Prado's "Advances in Financial Machine Learning" using collaborative AI agents rather than human specialists. Our framework deploys specialized agents—Data Scientist, Portfolio Manager, Researcher, and Validator—each with domain-specific capabilities for systematic trading strategy development. A coordination layer orchestrates their interactions while maintaining research integrity and preventing common pitfalls like multiple testing bias and overfitting. The system addresses critical challenges in automated strategy development through structured communication protocols and rigorous validation processes. Results indicate that AI-agent collaboration can effectively replicate and enhance systematic quantitative research, offering institutions a scalable alternative to traditional research teams. Thus, a practical framework for augmenting quantitative research capabilities through multi-agent artificial intelligence is provided.

Duże modele językowe jako narzędzia do tworzenia strategii inwestycyjnych

W niniejszym artykule przedstawiono system wieloagentowy, który wdraża podejście oparte na zorganizowanym zespole, opisane przez Marcosa Lopeza de Prado w publikacji „Advances in Financial Machine Learning”. Zamiast specjalistów-ludzi, wykorzystano współpracujące agenty sztucznej inteligencji. Wprowadzone zostały wyspecjalizowane agenty – "analityk danych", "zarządzający portfelem", "badaczka" i "weryfikator" – z których każdy posiada specyficzne dla danej dziedziny "umiejętności" umożliwiające systematyczne opracowywanie strategii handlowych. System obejmuje również warstwę koordynacyjną, która organizuje interakcję między agentami. Celem systemu rozwiązanie typowych problemów związanych z automatycznym opracowywaniem strategii poprzez odpowiednie protokoły komunikacyjne i rygorystyczne procesy walidacji. Wyniki wskazują, że współpraca agentów AI może skutecznie replikować i ulepszać systematyczne badania ilościowe, oferując instytucjom skalowalną podejście alternatywne dla tradycyjnych zespołów badawczych. W ten sposób zapewniono praktyczne ramy dla zwiększenia możliwości badań ilościowych na rynkach.

Predictive Power of Machine Learning Models in Forex Market: A Comparative Study

Maciej Janowicz, Luiza Ochnio

Warsaw University of Life Sciences

Hridai Vadera

(...)

In this paper, machine learning models for Forex prediction, evaluating traditional ensemble methods (Random Forest, XGBoost, LightGBM) against specialized time series models (Prophet, Neural Prophet, LSTM) across multiple currency pairs are compared. Performance assessment uses both statistical metrics (RMSE, MAE, directional accuracy) and trading measures (Sharpe ratio, maximum drawdown) across different market conditions. It is shown that ensemble methods excel with rich feature sets while time series models better capture temporal patterns. The research identifies optimal use cases for each model category and examines combination strategies that leverage complementary strengths, providing practitioners with empirical guidance for forex prediction model selection.

Zdolność predykcyjna modeli uczenia maszynowego na rynku Forex: badanie porównawcze

W niniejszym artykule porównano modele uczenia maszynowego służące do prognozowania kursów walutowych. Wzięte zostały pod uwagę zarówno metody, związane z zestawami struktur "drzewiastych" (Random Forest, XGBoost, LightGBM), jak i wyspecjalizowane modele, związane z szeregami czasowymi (Prophet, Neural Prophet, LSTM). Ocena wydajności wykorzystywała wskaźniki statystyczne (RMSE, MAE, dokładność kierunkowa), jak i miary, związane z handlem walutami (wskaźnik Sharpe'a, maksymalna strata) w różnych warunkach rynkowych. Wyniki pozwalają zidentyfikować optymalne przypadki użycia dla każdej kategorii modeli, dostarczając praktykom empirycznych wskazówek, dotyczących wyboru modelu prognozowania na rynku Forex.

Forecasting in turbulent times: how artificial intelligence and machine learning are reshaping macroeconomic prediction in the post-covid era

Krystian Jaworski

Collegium of World Economy, Department of Economics II, SGH Warsaw School of Economics

Nemanja Popović

Faculty of Economics Podgorica, University of Montenegro

This paper examines how artificial intelligence and machine learning have reshaped macroeconomic forecasting in the volatile post-COVID era. Highlighting the use of ensemble methods, neural networks, and large language models, it illustrates their advantages in capturing nonlinear dynamics and processing complex data. Drawing on central bank case studies, the paper shows that AI enhances predictive power, though interpretability and robustness remain challenges. AI is best seen as a complement to, not a replacement for, traditional economic models and human judgment

Key words: Macroeconomic forecasting, AI and ML, models

Prognozowanie w czasach niepewności: jak sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe zmieniają oblicze prognoz makroekonomicznych w erze post-COVID

Artykuł analizuje, w jaki sposób sztuczna inteligencja oraz uczenie maszynowe przekształciły prognozowanie makroekonomiczne w burzliwym okresie po pandemii COVID-19. Przedstawione zostały zastosowania metod zespołowych, sieci neuronowych oraz dużych modeli językowych, ze szczególnym uwzględnieniem ich zalet w zakresie uchwycenia nieliniowych zależności i przetwarzania złożonych danych. W oparciu o studia przypadków z praktyki banków centralnych pokazano, że sztuczna inteligencja zwiększa trafność prognoz, choć nadal wyzwaniem pozostają interpretowalność oraz odporność modeli. Sztuczną inteligencję należy postrzegać jako uzupełnienie, a nie zamiennik tradycyjnych modeli ekonomicznych oraz ludzkiego osądu.

Working conditions and technology: empirical evidence from Europe

Dagmara Nikulin

Politechnika Gdańska

This study examines the relationship between robotization and working conditions in selected European countries. Previous studies have mainly focused on employment levels and wage effects of automation. In contrast, this study shifts the focus to non-monetary aspects of job quality. The main research objective is to investigate how the implementation of industrial robots affects work intensity, the physical work environment and workplace autonomy. The study is based on micro-data from the European Working Conditions Survey (EWCS) for the years 2005, 2010 and 2015, combined with country and sector-level data on robotization provided by the International Federation of Robotics (IFR). The sample covers 29 European countries. Models estimated using the quasi-maximum likelihood method, with logit and probit link functions, are used, and standard errors are clustered at the country and sector level to account for potential intra-group correlation. The models control for individual-level variables (including age, gender, education, and occupation), as well as country and sector fixed effects. The results confirm that robotization is moderately correlated with increased work intensity, especially in sectors where work is performed at the pace dictated by machines. This includes, among others, greater emotional demands, shorter deadlines, and more stressful interactions with limited control over the order and pace of task completion. In relation to the physical environment and autonomy, a slight positive effect of improving working conditions was found.

Warunki pracy i technologia: wyniki badań dla Europy

Niniejsze opracowanie analizuje zależności między robotyzacją a warunkami pracy w wybranych krajach europejskich. Dotychczasowe badania koncentrowały się głównie na poziomie zatrudnienia oraz efektach płacowych automatyzacji. W przeciwieństwie do nich, niniejsze badanie przesuwą punkt ciężkości na niematerialne aspekty jakości pracy. Głównym celem badawczym jest zbadanie, w jaki sposób wdrażanie robotów przemysłowych wpływa na intensywność pracy, fizyczne środowisko pracy oraz autonomię w miejscu pracy. Badanie opiera się na mikro-danych pochodzących z Europejskiego Badania Warunków Pracy (EWCS) z lat 2005, 2010 i 2015, połączonych z danymi dotyczącymi robotyzacji na poziomie kraju i sektora, udostępnionymi przez Międzynarodową Federację Robotyki (IFR). Próba badawcza obejmuje 29 krajów europejskich. Zastosowano modele oszacowane metodą quasi-maksymalnego prawdopodobieństwa, z funkcjami łączącymi logit oraz probit, a błędy standardowe zostały sklastrowane na poziomie kraju i sektora w celu uwzględnienia potencjalnej korelacji wewnątrzgrupowej. Modele kontrolują zmienne na poziomie indywidualnym (m.in. wiek, płeć, wykształcenie, zawód), a także efekty stałe dla krajów i sektorów. Uzyskane wyniki potwierdzają, że robotyzacja jest umiarkowanie skorelowana ze wzrostem intensywności pracy, szczególnie w sektorach, w których praca odbywa się w tempie narzuconym przez maszyny. Obejmuje to m.in. większe wymagania emocjonalne, krótsze terminy oraz bardziej stresujące interakcje o ograniczonej kontroli nad kolejnością i tempem realizacji zadań. W odniesieniu do środowiska fizycznego oraz autonomii stwierdzono nieznaczny pozytywny efekt poprawy warunków pracy.

Cyclical determinants of regional house prices in Poland

Shevchuk Viktor

College of Social Sciences, The Cracow University of Technology

The aim of the article is to present results of the study on the link between business cycle and house prices in 16 Poland's regional capital cities. Using quarterly data for the 2010-2024 period, and with the application of the GMM estimates it is demonstrated that house prices in Poland's largest cities are predominantly positively correlated with the business cycle. However, an inverse relationship between house prices and cyclical output fluctuations is found for Opole, with neutrality observed in Białystok, Gdańsk, Katowice and Warszawa. Among other results, depreciation of the zloty in nominal and real terms exerts a downward pressure on house prices in Bydgoszcz, Lublin, Olsztyn, Szczecin, and Wrocław, while an opposite effect is observed in Opole, Poznań, Rzeszów, Zielona Góra and Warsaw. Following an increase in the National Bank of Poland (NBP) reference rate, house prices are on a decline in 11 out of 16 regional capital cities. As it is indicated by the hedonic house price index, demand for higher quality of housing brings about an increase in house prices in 9 cities. The results appear to be robust to various sensitivity analyses.

Key words: house prices, business cycle, interest rate, exchange rate, Poland

Czynniki cykliczne cen nieruchomości w polskich miastach wojewódzkich

Celem referatu jest zaprezentowanie wyników badania relacji między cyklem koniunkturalnym a cenami nieruchomości w 16 polskich miastach wojewódzkich. Wykorzystując dane kwartalne z okresu lat 2010–2024, z wykorzystaniem metody GMM otrzymano, że ceny nieruchomości w największych miastach Polski przeważnie pozytywnie korelują z cyklem koniunkturalnym. W tym odwrotna relacja między cenami nieruchomości a cyklem koniunkturalnym otrzymano dla Opola, a w Białymstoku, Gdańsku, Katowicach i Warszawie relacji przyczynowo skutkowej między obu wskaźnikami nie odnotowano. Spośród innych wyników, deprecjacja złotego w ujęciu nominalnym i realnym powoduje obniżenie cen nieruchomości w Bydgoszczy, Lublinie, Olsztynie, Szczecinie i Wrocławiu oraz ich zwiększenie w Opolu, Poznaniu, Rzeszowie, Zielonej Górze i Warszawie. W odpowiedzi na wzrost stopy referencyjnej Narodowego Banku Polskiego (NBP), ceny nieruchomości spadają w 11 z 16 miast wojewódzkich. Jak na to wskazuje hedonistyczny wskaźnik cen nieruchomości, większe wymagania co do jakości mieszkań powodują wzrost cen nieruchomości w 9 miastach. Wyniki analizy wrażliwości wskazują na względną solidność otrzymanych oszacowań.

Słowa kluczowe: ceny nieruchomości, cykl koniunkturalny, stopa procentowa, kurs walutowy, Polska

Core (dis)similarities between big cities in Poland In a search for a robust clustering

Agata Sielska, Anna Piętka

SGH Warsaw School of Economics

The central question guiding our research was 'Does a bigger city mean a better city?' More specifically, our aim was to 1) Define how to understand a 'better city' by selecting various indicators covering different socio-economic areas and constructing appropriate indexes 2) verify how the values of the indexes within specific areas change with size. Given their differing characteristics, the analysis was conducted separately for big cities (with a population of 100,000 inhabitants or more) and medium-sized cities (with a population of between 20,000 and 100,000).

The first step involved the selection of variables representing various dimensions of cities as economic and social entities. These variables were categorized into seven areas: population, economy, development, connectivity, quality of life, environment, and tourism. Next, we applied the clustering procedures. Given the substantial disparity in the number of cities within each group, slightly different methodological approaches were adopted for big and medium-sized cities.

For big cities, we employed several clustering scenarios, varying both in method (K-means or Ward's method) and in the treatment of variables (handling of highly correlated or low-variance variables). We received seven consistent city clusters across all scenarios. Based on these results, we concluded that in large cities, there is a general trend: a city's position is indeed related to its size. Moreover, our analysis allowed us to identify the specific "strengths" of each city group.

Kluczowe podobieństwa i różnice między dużymi miastami w Polsce Poszukiwanie odpornej typologii

Podstawowe pytanie leżące u podstaw badania brzmi: „Czy duże miasto to jednocześnie lepsze miasto”? Celem badania było: 1) zdefiniowanie, co oznacza „lepsze miasto” na podstawie wybranych wskaźników odnoszących się do różnych sfer socjoekonomicznych i skonstruowanych w toku badania indeksów, oraz 2) zbadanie, jak wartości indeksów odnoszących się do poszczególnych obszarów zmieniają się wraz ze zmianą wielkości miasta. Badanie przeprowadzono osobno dla dużych miast (powyżej 100 000 mieszkańców) oraz średnich (20 000 – 100 000 mieszkańców) ze względu na różnice występujące między miastami z tych grup.

W pierwszym kroku badania wybrano zmienne charakteryzujące różne aspekty miast jako podmiotów gospodarczych i społecznych. Zmienne te zostały podzielone na siedem obszarów: populacja, gospodarka, rozwój, skomunikowanie, jakość życia, środowisko i turystyka. W dalszym kroku zastosowano metody grupowania. Z powodu rozbieżności w liczbie miast, przyjęto nieco inne podejścia metodologiczne dla dużych i średnich miast.

W przypadku dużych miast wykorzystano podejścia różniące się ze względu na algorytm (metody k-średnich i Warda) oraz ze względu na postępowanie ze zmiennymi skorelowanymi lub o słabo zróżnicowanych wartościach. Uzyskano 7 grup miast klasyfikowanych łącznie we wszystkich rozważanych scenariuszach. Uzyskane wyniki prowadzą do wniosku, że dla dużych miast lepsza ocena jest połączona z wielkością miasta. Ponadto, przeprowadzona analiza pozwoliła na identyfikację kluczowych cech charakteryzujących każdą z grup.

Different types of medium-sized cities in Poland

Anna Piętka, Agata Sielska

SGH Warsaw School of Economics

Building on our previous study of big cities, this analysis investigates the similarities and differences among medium-sized Polish cities—defined here as those with populations between 20,000 and 100,000—through a data-driven clustering approach. Applying a methodology comparable to that used in the earlier research, we aim to identify distinct urban types within this specific size category.

The analysis is based on a set of indicators grouped into seven thematic areas: population, economy, development, connectivity, quality of life, environment, and tourism. As before, by using ten clustering scenarios, we examined the consistency of groupings across different parameter settings. Cities that repeatedly clustered together in all scenarios were treated as robust groupings, enabling the identification of stable urban types.

The initial number of thirteen clusters was subjected to further analysis through examination of individual indicators and inter-cluster relationships. Consequently, we were able to distinguish five distinct types of medium-sized cities, each characterized by specific configurations of strengths and weaknesses. This offers valuable insights into the roles of medium-sized cities within the national urban system.

Typy polskich średnich miast

Badanie czerpie z analizy dużych miast. Ma na celu analizę podobieństw i różnic występujących między średnimi miastami w Polsce, zdefiniowanymi jako zamieszkane przez co najmniej 20 000 i nie więcej niż 100 000 mieszkańców. Wykorzystano metody grupowania zgodnie z metodologią opracowaną w analizie dużych miast.

W badaniu wykorzystano zmienne pogrupowane w siedem obszarów: populacja, gospodarka, rozwój, skomunikowanie, jakość życia, środowisko i turystyka. Miasta występujące razem w każdym badanym scenariuszu traktowane były jako „odporne” grupy, odpowiadające stabilnym cechom miast określonego typu.

Wyznaczono 13 grup, z których w toku dalszej analizy wyszczególniono 5 typów średnich miast, każdy cechujący się innym zestawem cech. Wyniki prowadzą do cennych wniosków na temat ról pełnionych przez średnie miasta w Polsce.

Hunger in the Shadows: Spatio-Temporal Analysis of Child Malnutrition Amid Conflicts, Climate Change, and Socioeconomic Deprivation

Muhammad Usman

Faculty of Economic Sciences, University of Warsaw

Building on our previous study of big cities, this analysis investigates the similarities and differences among medium-sized Polish cities—defined here as those with populations between 20,000 and 100,000—through a data-driven clustering approach. Applying a methodology comparable to that used in the earlier research, we aim to identify distinct urban types within this specific size category.

The analysis is based on a set of indicators grouped into seven thematic areas: population, economy, development, connectivity, quality of life, environment, and tourism. As before, by using ten clustering scenarios, we examined the consistency of groupings across different parameter settings. Cities that repeatedly clustered together in all scenarios were treated as robust groupings, enabling the identification of stable urban types.

The initial number of thirteen clusters was subjected to further analysis through examination of individual indicators and inter-cluster relationships. Consequently, we were able to distinguish five distinct types of medium-sized cities, each characterized by specific configurations of strengths and weaknesses. This offers valuable insights into the roles of medium-sized cities within the national urban system.

Analysis of the flow of selected goods through Poland to European Union countries using customs procedure 42 (2020-2024)

Jarosław Gorący

Szkoła Doktorska Uniwersytetu Szczecińskiego

The aim of the presentation is to analyze the scale and structure of the flow of selected groups of goods through the territory of Poland to EU countries using customs procedure 42 in the years 2020-2024. This procedure, which allows for the deferment of VAT payment on the import of goods, which are then moved as part of an intra-Community supply (ICD), has gained importance in recent years - both in terms of the number of customs clearances and the value of goods turnover. The analysis uses statistical data on the structure and dynamics of foreign trade, focusing on selected categories of goods with a large share in the procedure (including consumer electronics, clothing, cosmetics). Trend analysis, classification and regional comparison methods were used to identify the dominant directions of supply - from which countries and to which EU countries. The research results will present the scale of goods turnover using procedure 42 and will allow for the identification of patterns of goods flow through Poland.

Analiza przepływu wybranych towarów przez Polskę do krajów Unii Europejskiej z zastosowaniem procedury celnej 42 (2020–2024)

Celem wystąpienia jest analiza skali i struktury przepływu wybranych grup towarowych przez terytorium Polski do krajów UE z zastosowaniem procedury celnej 42 w latach 2020–2024. Procedura ta, umożliwiająca odroczenie zapłaty podatku VAT przy imporcie towarów, które następnie są przemieszczane w ramach wewnątrzwspólnotowej dostawy (WDT), zyskała na znaczeniu w ostatnich latach – zarówno pod względem liczby odpraw, jak i wartości obrotu towarowego. W analizie wykorzystano dane statystyczne dotyczące struktury i dynamiki handlu zagranicznego, koncentrując się na wybranych kategoriach towarów o dużym udziale w procedurze (m.in. elektronice użytkowej, odzieży, kosmetykach). Zastosowano metody analizy trendów, klasyfikacji i porównań regionalnych w celu identyfikacji dominujących kierunków dostaw - z jakich krajów i do jakich krajów unijnych. Wyniki badań przedstawiać będą skalę obrotu towarowego z wykorzystaniem procedury 42 oraz pozwolą zidentyfikować wzorce przepływu towarów przez Polskę.

Application of modern neural network models for forecasting seasonal data. Comparison with a classical approach.

Urszula Grzybowska, Marek Karwański, Piotr Stachura

Warsaw University of Life Sciences

In this paper, we demonstrate the application of modern neural network models (LSTMs and iTransformers) to forecast seasonal data. We show the differences between forecasts obtained using the classical seasonal sARIMA model and forecasts obtained using neural network models. We analyze Polish data. We compare the results and calculate the effect size to determine the impact of the differences obtained.

Wykorzystanie nowoczesnych modeli sieci neuronowych do prognozowania danych sezonowych. Porównanie z klasycznymi metodami.

W niniejszym artykule pokazujemy zastosowanie nowoczesnych modeli sieci neuronowych (LSTM i iTransformers) do prognozowania danych sezonowych. Pokazujemy różnice między prognozami uzyskanymi za pomocą klasycznego sezonowego modelu sARIMA a prognozami uzyskanymi za pomocą modeli sieci neuronowych. Analizę przeprowadzamy na polskich danych. Porównujemy wyniki i obliczamy wielkość efektu, aby określić wpływ uzyskanych różnic.

Classification of EU Countries by SDG Performance: A Taxonomic and Regional Perspective

Julia Koralun-Bereźnicka, Ewa Majerowska

University of Gdańsk

Beata Bieszk-Stolorz

University of Szczecin

This study explores how Sustainable Development Goal (SDG) performance has shifted across European Union countries between 2000 and 2024, using a taxonomy-based framework. The goal is to track long-term trends in sustainability, highlight regional differences between Western and Eastern Europe, and assess progress in the economic, social, and environmental pillars of sustainability. A standardized panel dataset was used to develop the Taxonomic Measure of Sustainable Development (TMSD), enabling the classification of countries into four performance groups: pioneers, challengers, average performers, and underperformers.

Findings show a general improvement in sustainability, with more EU countries moving into the pioneer category over time and fewer remaining underperformers. Western European nations continue to lead, though the gap with Eastern Europe has narrowed slightly. Across dimensions, economic and environmental areas show stronger gains than the social sector.

The research contributes a systematic method for evaluating SDG progress across the EU and offers insights for policymakers aiming to promote more equitable and balanced development.

Klasyfikacja krajów UE pod względem realizacji SDG: ujęcie taksonomiczne i perspektywa regionalna

W niniejszym artykule analizie poddano dynamikę realizacji celów zrównoważonego rozwoju (SDG) w krajach Unii Europejskiej w latach 2000–2024, wykorzystując podejście taksonomiczne. Celem jest zidentyfikowanie długookresowych trendów w zakresie zrównoważonego rozwoju, uchwycenie różnic między Europą Zachodnią i Wschodnią oraz ocena postępów w trzech głównych obszarach: społecznym, gospodarczym i środowiskowym. W oparciu o zestandaryzowany panel danych opracowano taksonomiczną miarę zrównoważonego rozwoju (TMSD), której wartości stworzyły podstawę klasyfikacji badanych podmiotów na cztery grupy: kraje wiodące, aspirujące, przeciętne oraz opóźnione.

Wyniki wskazują na ogólną poprawę, przy rosnącym udziale krajów wiodących oraz zmniejszającej się liczbie państw o najniższych wynikach. Państwa Europy Zachodniej częściej osiągają wyższe pozycje, choć różnice regionalne stopniowo się zmniejszają. Największe postępy odnotowano w obszarach gospodarczym i środowiskowym, natomiast postęp w zakresie społecznym pozostaje umiarkowany.

W badaniu zaproponowano uporządkowaną metodologię oceny realizacji SDG w krajach UE. Wyniki mogą stanowić wskazówki dla decydentów publicznych, wspierających zrównoważony rozwój w ujęciu regionalnym i sektorowym.

Innovation in space: quantitative analysis of the distribution of high-tech companies using point data

Monika Kot

Faculty of Economic Sciences, University of Warsaw

Innovation is a key driver of the modern economy, particularly within high-technology sectors such as medium-high-tech manufacturing, high-tech industries, and high-tech knowledge-intensive services. Understanding the spatial and socio-economic contexts in which these firms emerge and grow is essential for shaping policies that support innovation ecosystems. While conventional thinking associates high-tech firms with dense urban areas, recent evidence indicates notable growth in peripheral and less densely populated regions.

This research investigates the spatial determinants of high-tech firm formation and growth, focusing on how proximity to other firms, both within and across sectors as well as to urban centres influences innovation outcomes. A central aim is to empirically assess the role of agglomeration, sectoral diversity, and urban-rural gradients in shaping the geography of high-tech entrepreneurship.

To achieve this, we employ quantitative methods rooted in spatial economics. The study integrates point-level firm data with grid-based spatial data and incorporates the DEGURBA classification to systematically capture urban-rural distinctions. By applying spatial statistics and spatial econometrics, we quantify spatial dependencies, identify clustering patterns, and assess the drivers of firm location at high spatial resolution. These methods allow for nuanced modeling of spatial phenomena that traditional regional analyses may overlook.

Preliminary findings highlight a notable increase in high-tech firms in Poland between 2012 and 2021, with knowledge-intensive services driving the expansion. Interestingly, nearly one-third of these firms are located in low to medium-density areas, challenging urban-centric assumptions.

This study contributes methodologically by demonstrating the value of combining point and grid data in regional economic research and offers substantive insights into the spatial structure of innovation systems. The findings have implications for regional policy design and the strategic development of innovation-supportive environments beyond core metropolitan zones.

Innowacje w przestrzeni: ilościowa analiza rozmieszczenia firm wysokich technologii z wykorzystaniem danych punktowych

Innowacje są kluczowym czynnikiem napędzającym współczesną gospodarkę, szczególnie w sektorach zaawansowanych technologii, takich jak medium-high-tech, high-tech, and high-tech knowledge-intensive services. Zrozumienie przestrzennego i społeczno-ekonomicznego kontekstu, w którym powstają i rozwijają się tego typu przedsiębiorstwa, ma zasadnicze znaczenie dla kształtowania polityk wspierających ekosystemy innowacji. Choć tradycyjnie przyjmuje się, że firmy technologiczne koncentrują się w gęsto zaludnionych

obszarach miejskich, najnowsze dane wskazują na ich dynamiczny rozwój również w regionach peryferyjnych i mniej zurbanizowanych.

Celem niniejszego badania jest analiza przestrzennych uwarunkowań powstawania i rozwoju firm technologicznych. Szczególną uwagę poświęcono wpływowi bliskości innych przedsiębiorstw zarówno z tej samej, jak i z innych branż, a także ośrodków miejskich, na przeżywalność firm. Kluczowym zadaniem jest empiryczna ocena roli aglomeracji, różnorodności sektorowej oraz zróżnicowania przestrzennego w kształtowaniu geografii przedsiębiorczości technologicznej.

W analizie zastosowano ilościowe metody zakorzenione w ekonomii przestrzennej. Badanie łączy dane punktowe o lokalizacji firm z danymi przestrzennymi w układzie siatkowym, uwzględniając klasyfikację DEGRUBA, co pozwala na systematyczne uchwycenie różnic między obszarami miejskimi i pozamiejskimi. Wykorzystując statystykę przestrzenną i ekonometrię przestrzenną, identyfikujemy zależności przestrzenne, wzorce koncentracji oraz czynniki lokalizacji firm na wysokim poziomie szczegółowości. Zastosowane metody umożliwiają pogłębione modelowanie zjawisk przestrzennych, które często umykają tradycyjnym analizom regionalnym.

Wstępne wyniki wskazują na znaczący wzrost liczby firm wysokich technologii w Polsce w latach 2012–2021, przy czym najszybszy rozwój obserwowany jest w sektorze usług opartych na wiedzy. Co istotne, niemal jedna trzecia tych firm zlokalizowana jest na obszarach o niskiej lub średniej gęstości zaludnienia, co podważa dominujące przekonania o wyłącznie miejskim charakterze tego typu działalności.

Badanie wnosi wkład metodologiczny poprzez pokazanie wartości, jaką niesie integracja danych punktowych i grid w badaniach nad gospodarką regionalną. Jednocześnie dostarcza istotnych wniosków na temat przestrzennej struktury systemów innowacji, mających znaczenie dla projektowania polityk regionalnych oraz rozwoju środowisk sprzyjających innowacjom także poza głównymi ośrodkami metropolitalnymi.

Paradoks prognozowania kryptowalut: Gdy trafność przewidywań nie oznacza zysku

Wojciech Kuryłek

Wydział Zarządzania, Uniwersytet Warszawski

Niniejsze badanie eksploruje potencjał ekonomiczny integracji uczenia maszynowego z analizą techniczną dla głównych kryptowalut – Bitcoin, Ethereum, Litecoin i Ripple – z wykorzystaniem danych z okresu 2018-2024. Podczas gdy wcześniejsze badania koncentrowały się głównie na prognozach wykorzystujących standardowe wskaźniki techniczne wykorzystane w ściśle określonych ramach czasowych oraz okresach inwestycyjnych, szersza skuteczność strategii technicznych wspomaganych uczeniem maszynowym w różnych horyzontach czasowych i warunkach rynkowych pozostaje niedostatecznie zbadana. W celu wypełnienia tej luki badawczej zastosowano modele klasyfikacyjne XGBoost z wyjątkowo dużym zestawem 771 wskaźników technicznych, rzadko spotykanym we wcześniejszej literaturze. Modele te wykorzystano do oceny dokładności predykcyjnej w horyzontach prognostycznych wynoszących od 5 do 120 dni transakcyjnych, w dwóch różnych reżimach czasowych (2023 oraz 2024). Najbardziej spójne i dokładne prognozy zaobserwowano dla wybranych kryptowalut, szczególnie w okresie 120-dniowym. Z kolei nieoczekiwanie najwyższe roczne stopy zwrotu wyłoniły się z krótszych horyzontów prognostycznych, takich jak 5 dni. Ten paradoks prawdopodobnie wynika z faktu, że modele zostały dostrojone pod kątem dokładności klasyfikacji, a nie optymalizacji stóp zwrotu. Dodatkowo badanie wykazuje, że pomimo silnej wydajności predykcyjnej, analiza techniczna może nie mieć uniwersalnego zastosowania ani nie być skuteczna dla wszystkich kryptowalut.

Innovative model of academic education - challenges and review of best practices

Anna Lamek

Department of Operations Research and Business Intelligence, Wrocław University of Science and Technology

Objective: This paper aims to analyze the challenges of contemporary academic education and provide a systematic review of empirically verified innovative educational models in higher education.

Methodology: A systematic literature review was conducted covering 47 empirical studies from 2020-2024, with particular emphasis on randomized controlled trials and quantitative analyses. Cases of innovative educational solution implementations in international universities were analyzed.

Main challenges: Critical problems in contemporary higher education were identified: 68% of students report low motivation levels (National Student Engagement Survey, 2023), 45% of graduates fail to find employment matching their qualifications within one year (Central Statistical Office, 2024), and growing skills mismatch between graduate competencies and labor market requirements in the era of technological revolution.

Key components of innovative model: Based on case analysis, four fundamental elements of an effective model were identified: (1) data-driven personalization based on learning analytics, (2) active learning ecosystem utilizing evidence-based practices, (3) industry integration framework through co-created curricula and real-time projects, (4) innovative competency-focused assessment approaches.

Empirical evidence of effectiveness: Three key cases were analyzed: Arizona State University (23% retention increase, $p < 0.001$; 18% STEM grade improvement), MIT (34% employment increase, 27% salary increase), University of Edinburgh (28% dropout reduction, 19% satisfaction increase).

Implementation barriers: Three barrier categories were identified: technological (average implementation cost 2.3M PLN, 23% student digital divide), organizational (resistance to change, regulatory constraints), and pedagogical (quality measurement challenges, personalization-scalability tension).

Recommendations: A three-level implementation strategy was proposed: immediate actions (pilot programs with rigorous evaluation), medium-term strategy (inter-institutional collaboration, industry partnerships), and long-term priorities (longitudinal studies, neuroeducation, AI ethics in education).

Conclusion: An innovative academic education model requires evidence-based approaches, systematic change management, and continuous evaluation. The key research challenge remains finding balance between personalization and scalability while maintaining academic rigor.

Keywords: higher education, learning personalization, educational analytics, artificial intelligence in education, active learning, digital transformation of universities.

Innowacyjny model edukacji akademickiej - wyzwania i przegląd dobrych praktyk

Cel badania: Celem referatu jest analiza wyzwań współczesnej edukacji akademickiej oraz systematyczny przegląd empirycznie zweryfikowanych innowacyjnych modeli edukacyjnych w szkolnictwie wyższym.

Metodologia: Przeprowadzono systematyczny przegląd literatury obejmujący 47 badań empirycznych z lat 2020-2024, ze szczególnym uwzględnieniem randomizowanych badań kontrolowanych i analiz ilościowych. Analizowano przypadki implementacji innowacyjnych rozwiązań edukacyjnych w uczelniach międzynarodowych.

Główne wyzwania: Zidentyfikowano krytyczne problemy współczesnej edukacji wyższej: 68% studentów deklaruje niski poziom motywacji (Narodowe Badanie Zaangażowania Studentów, 2023), 45% absolwentów nie znajduje zatrudnienia zgodnego z kwalifikacjami w ciągu roku (GUS, 2024), oraz rosnące niedopasowanie między kompetencjami absolwentów a wymaganiami rynku pracy w dobie rewolucji technologicznej.

Kluczowe komponenty innowacyjnego modelu: Na podstawie analizy przypadków zidentyfikowano cztery fundamentalne elementy skutecznego modelu: (1) personalizację opartą na danych i analityce uczenia się, (2) ekosystem aktywnego uczenia się wykorzystujący praktyki oparte na dowodach, (3) strukturę integracji z przemysłem poprzez współtworzenie programów i projekty w czasie rzeczywistym, (4) innowacyjne podejścia do oceniania skupione na kompetencjach.

Empiryczne dowody skuteczności: Przeanalizowano trzy kluczowe przypadki: Uniwersytet Stanowy Arizona (wzrost retencji o 23%, $p < 0,001$; poprawa ocen STEM o 18%), MIT (wzrost zatrudnienia o 34%, wzrost wynagrodzeń o 27%), Uniwersytet Edynburski (spadek porzucania studiów o 28%, wzrost satysfakcji o 19%).

Bariery implementacyjne: Zidentyfikowano trzy kategorie barier: technologiczne (średni koszt implementacji 2,3M PLN, wykluczenie cyfrowe 23% studentów), organizacyjne (opór wobec zmian, ograniczenia regulacyjne), oraz pedagogiczne (problemy z miarami jakości, tension personalizacja-skalowalność).

Rekomendacje: Zaproponowano trzypoziomową strategię implementacji: działania natychmiastowe (programy pilotażowe z rygorystyczną ewaluacją), strategię średnioterminową (współpraca międzyinstytucjonalna, partnerstwa przemysłowe), oraz priorytety długoterminowe (badania longitudinalne, neuroedukacja, etyka AI w edukacji).

Wnioski: Innowacyjny model edukacji akademickiej wymaga podejścia opartego na dowodach, systematycznego zarządzania zmianą oraz ciągłej ewaluacji. Kluczowym wyzwaniem badawczym pozostaje znalezienie równowagi między personalizacją a skalowalnością przy zachowaniu rygoru akademickiego.

Słowa kluczowe: edukacja wyższa, personalizacja uczenia się, analityka edukacyjna, sztuczna inteligencja w edukacji, aktywne uczenie się, transformacja cyfrowa uczelni

A Multidimensional Analysis of Poverty: A Social Barometer for Territorial Units with Consideration of Time in Poverty Exit or Deepening

Aleksandra Łuczak

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Ekonomiczny

Sławomir Kalinowski

Polska Akademia Nauk, Instytut Rozwoju Wsi i Rolnictwa

Comparing various poverty measures—based on income and material deprivation indicators—leads to differing assessments of the scale of the problem, which complicates the development of effective social policies. This study aims to develop a social barometer for monitoring poverty and apply it to municipalities in Poland. A multidimensional approach is employed, using a modified TOPSIS method that incorporates indicators such as health, education, and housing conditions. The analysis is based on data from the Local Data Bank of Statistics Poland. The study is designed to be repeatable, enabling the monitoring of changes over time and the adjustment of social policies accordingly. The paper presents research on poverty in the Mazowieckie Voivodeship from 2012 to 2023, emphasizing the need for an integrated approach to poverty identification. It also examines the time involved in exiting or falling deeper into poverty at the municipal level, allowing for an assessment of the effectiveness of social interventions. An integrated approach to identifying poverty is crucial for effective monitoring and adaptation of intervention strategies, enabling a more comprehensive understanding of the issue and better alignment of actions with the actual needs of those affected.

Wielowymiarowa analiza ubóstwa: barometr społeczny dla jednostek terytorialnych z uwzględnieniem czasu wychodzenia lub pogłębiania się ubóstwa

Porównanie różnych miar ubóstwa, które opierają się na dochodach i wskaźnikach deprywacji materialnej, prowadzi do różnych ocen skali problemu, co utrudnia tworzenie skutecznych polityk społecznych. Nasze badania mają na celu opracowanie barometru społecznego do monitorowania ubóstwa oraz jego zastosowanie w polskich gminach. Wykorzystujemy podejście wielowymiarowe z zastosowaniem zmodyfikowanej metody TOPSIS, uwzględniając m.in. aspekty takie jak zdrowie, edukacja, warunki mieszkaniowe. Badania opierają się na danych z Banku Danych Lokalnych GUS. Z założenia badania mają być powtarzalne, co pozwoli na monitorowanie zmian i dostosowywanie polityk społecznych. Referat przedstawia badania nad ubóstwem w województwie mazowieckim w latach 2012–2023, podkreślając potrzebę zintegrowanego podejścia do identyfikacji ubóstwa. Analizujemy też czas wychodzenia z ubóstwa lub jego pogłębiania się w gminach, co umożliwia ocenę skuteczności interwencji społecznych. Zintegrowane podejście do identyfikacji ubóstwa jest kluczowe dla skutecznego monitorowania i dostosowywania strategii interwencji, co pozwala na lepsze zrozumienie problemu i dostosowanie działań do rzeczywistych potrzeb osób potrzebujących pomocy.

Determinants of changes in the population status at the regional level in Poland - quantitative approach

Anna Majdzińska

Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny, Katedra Demografii

Szymon Wójcik

Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny, Katedra Ekonometrii

Population is a crucial element of the potential of a given region. Changes in the state of population (increase and decline) are the result of the influence of many factors, both demographic (including population structure by gender and age, fertility and mortality levels, and migration) and non-demographic (among which, often important are: individual economic situation, economic situation in the country and the region, road infrastructure, distance from a larger city, as well as access to medical assistance centers, care and educational facilities). Demographic and non-demographic factors are often interrelated.

The main purpose of the study is to examine factors that may have a statistically significant impact on changes in the population in Polish municipalities that occurred between 2011 and 2022. With this aim, selected spatial regression models were used. The source of the data were publications of the Central Statistical Office.

Determinanty zmian stanu ludności w Polsce na poziomie regionalnym - ujęcie ilościowe

Kapitał ludnościowy stanowi istotny element potencjału danego regionu. Zmiany w stanie populacji (przyrost i spadek) są efektem oddziaływania wielu czynników, zarówno demograficznych (m.in. struktury ludności według płci i wieku, poziomu dzietności i umieralności oraz migracji), jak i pozademograficznych (wśród których często istotne znaczenie mają m.in.: sytuacja ekonomiczna indywidualna, sytuacja gospodarcza w kraju i regionie, infrastruktura drogowa, odległość od większego miasta, a także dostęp do ośrodków pomocy medycznej, placówek opiekuńczo-wychowawczych). Czynniki demograficzne i pozademograficzne często są ze sobą wzajemnie powiązane.

Głównym celem opracowania jest zbadanie czynników mogących mieć statystycznie istotny wpływ na zmiany w stanie ludności w gminach Polski, jakie wystąpiły w okresie 2011-2022. W tym celu wykorzystane zostaną wybrane modele regresji przestrzennej. Źródło danych stanowiły publikacje GUS.

Cash flow of reverse annuity contract combined with critical illness insurance

Agnieszka Marciniuk, Beata Zmyślona

Katedra Statystyki, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

In most European countries, the phenomenon of population aging is the reason for an increase in the proportion of pensioners. The growing population of the silver generation poses a huge burden on pension and healthcare systems, and pensioners are one of the social groups most at risk of poverty. Therefore, in many countries incentives (as equity release contracts) are being used to mobilize society to actively participate in building their financial security.

To address the risks, we propose a contract combining a reverse annuity contract with critical illness insurance. We consider a multi-state model describing the cash flows associated with this contract. In the study, we present the impact of gender health inequalities on the premiums and benefits paid. The analyses are carried out based on dataset concerning lung cancer treatment histories and life expectancy tables for residents of Lower Silesia.

Przepływy pieniężne odwróconej renty hipotecznej połączonej z ubezpieczeniem na wypadek poważnego zachorowania

Zjawisko starzenia się społeczeństwa powoduje bardzo duży wzrost odsetka emerytów w większości krajów europejskich. Rosnąca populacja srebrnego pokolenia stanowi ogromne obciążenie dla systemów emerytalnych i opieki zdrowotnej w tych krajach, a emeryci należą do jednej z grup społecznych najbardziej zagrożonych ubóstwem. Dlatego też w wielu krajach stosowane są zachęty (kontrakty typu equity release), mające na celu zmobilizowanie społeczeństwa do aktywnego uczestnictwa w budowaniu swojego bezpieczeństwa finansowego.

Wychodząc naprzeciw zagrożeniom, proponujemy kontrakt łączący odwróconą rentę hipoteczną i ubezpieczenie na wypadek poważnego zachorowania. Rozważamy model wielostanowy, opisujący przepływy pieniężne związane z kontraktem. W badaniu przedstawiamy wpływ nierówności zdrowotnych płci na wysokość składek oraz świadczeń wypłacanych w ramach tej umowy. Analizy przeprowadzone są na podstawie zbioru danych dotyczących historii leczenia raka płuc oraz tablic trwania życia dla mieszkańców województwa dolnośląskiego.

Foreigners as Drivers Responsible for Road Accidents in Poland (2010–2024)

Mariola Nycz

Politechnika Rzeszowska

This paper presents a detailed analysis of the number of road accidents caused by foreigners in Poland in the years 2010–2024. The issue is both important and timely, particularly in light of the war in Ukraine, as numerous media reports suggest a disproportionately high involvement of Ukrainian citizens in traffic incidents. This study evaluates the dynamics of the number and share of accidents caused by foreign nationals across Poland, as well as corresponding trends at the regional (voivodeship) level. Additionally, the research examines the presence of spatial autocorrelation in the share of accidents involving foreign drivers across different voivodeships.

Cudzoziemcy jako sprawcy wypadków drogowych w Polsce w latach 2010-2024

W referacie przedstawiono wyniki szczegółowej analizy liczby wypadków drogowych spowodowanych przez cudzoziemców w latach 2010-2024. Jest kwestia ważna i aktualna, bowiem w kontekście wojny na Ukrainie pojawia się dużo artykułów prasowych, wskazujących na nieproporcjonalnie duży udział obywateli tego kraju w sprawstwie wypadków. Praca zawiera ocenę dynamiki liczby i udziału wypadków spowodowanych przez cudzoziemców w całej Polsce oraz analogiczne rezultaty dla poszczególnych województw. Zbadano także występowanie autokorelacji przestrzennej udziału wypadków cudzoziemców w przekroju województw.

Energy security of developing and developed nations: modelling perspective

Honorata Nyga-Łukaszewska, Tomasz Napiórkowski

SGH Warsaw School of Economics

The aim of our study is to investigate the link between energy demand security and international competitiveness. To account for differences associated with such aspects as the level of economic development, the study analyses two groups of countries; namely, developed and developing/emerging economies. Energy demand security is enriched in this study by the governance dimension, which is treated as a decisive factor between varying influence of energy demand security on international competitiveness in analysed countries' samples. Nations taken into consideration in empirical research, encompassing period 1997-2019, include, on one hand: Canada, the Netherlands, Norway, USA and, on the other, Indonesia, Malaysia, Qatar, Russia. Study uses econometric modelling based on the panel data framework deeply rooted in classical trade theories relying on Ricardian and Heckscher-Ohlin hypotheses. Obtained results confirm energy demand security and governance influence on the international competitiveness in the group of developing/emerging countries and lack of it in developed nations' case.

Bezpieczeństwo energetyczne krajów rozwijających się i rozwiniętych w ujęciu modelowym.

Celem naszego badania jest zbadanie związku między bezpieczeństwem energetycznym a konkurencyjnością międzynarodową. Aby uwzględnić różnice wynikające z takich aspektów jak poziom rozwoju gospodarczego, analiza obejmuje dwie grupy krajów: kraje rozwinięte oraz kraje rozwijające się/wschodzące gospodarki. W niniejszym badaniu bezpieczeństwo energetyczne zostało wzbogacone o wymiar zarządzania (governance), który traktowany jest jako czynnik decydujący o zróżnicowanym wpływie bezpieczeństwa energetycznego na konkurencyjność międzynarodową w analizowanych grupach krajów. Państwa uwzględnione w badaniu empirycznym, obejmującym lata 1997–2019, to z jednej strony: Kanada, Holandia, Norwegia, USA, a z drugiej: Indonezja, Malezja, Katar, Rosja. Badanie opiera się na modelowaniu ekonometrycznym w ramach danych panelowych, głęboko zakorzenionym w klasycznych teoriach handlu, bazujących na hipotezach Ricarda i Heckschera-Ohlina. Uzyskane wyniki potwierdzają wpływ bezpieczeństwa energetycznego oraz jakości zarządzania na konkurencyjność międzynarodową w grupie krajów rozwijających się/wschodzących, przy jednoczesnym braku takiego wpływu w przypadku krajów rozwiniętych.

Volatility spillovers from the American equity market during periods of uncertainty

Izabela Pruchnicka-Grabias

SGH Warsaw School of Economics

Dorota Żebrowska-Suchodolska

Warsaw University of Life Sciences

Purpose: The paper aims to check the difference in volatility spillovers between the American stock market and other markets (developed and Visegrad). The study compares normal market conditions, the COVID-19 pandemic, and the Russia-Ukraine war.

Methodology: The study employs the DCC GARCH model, volatility spillover indexes by Diebold&Yilmaz and Baruník&Křehlík methodology.

Findings: Our key finding is that historical shocks during the Russia-Ukraine war had a greater impact on current volatility in the most developed stock markets than on the Visegrad markets. We also find out that the American stock market represented by the S&P500 index is the volatility exporter to all examined markets for all examined periods. Its shocks influenced developed markets (NASDAQ, DJIA, FTSE 100, DAX, CAC 40) more during the war, whereas Visegrad markets were more affected during the COVID-19 pandemic.

Originality/value: The novum of the study is showing that although the American market does not transfer volatility in any sub-period to some markets represented by CAC40, DAX, and Stoxx50, it does to Visegrad markets.

Przepływy zmienności z amerykańskiego rynku akcji w okresach podwyższonego ryzyka

Cel: Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań w zakresie różnicy pomiędzy przepływami zmienności pomiędzy amerykańskim rynkiem akcji a pozostałymi. Porównano zależności w okresie standardowym, pandemii COVID-19 oraz wojny na Ukrainie.

Metodologia: Zastosowano model DCC GARCH i indeksy zmienności Diebold&Yilmaz oraz metodologię Baruník&Křehlík.

Rezultaty: Pokazano, że podczas wojny na Ukrainie szoki historyczne miały większy wpływ na bieżącą zmienność na większości rynków wysokorozwiniętych aniżeli na rynki krajów Grupy Wyszehradzkiej. Ponadto wykazano, że amerykański rynek akcji reprezentowany przez indeks S&P500, jest eksporterem zmienności do wszystkich badanych rynków we wszystkich okresach. Wpływał on na rynki wysokorozwinięte (NASDAQ, DJIA, FTSE100, DAX, CAC40) w większym stopniu podczas wojny, a na rynki krajów Grupy Wyszehradzkiej podczas pandemii.

Wartość dodana: Nowością jest pokazanie, że chociaż amerykański rynek akcji nie transmituje zmienności w żadnym podokresie na rynki reprezentowane przez indeksy CAC40, DAX, Stoxx50, to robi to na rynki Grupy Wyszehradzkiej.

Technologies and Algorithms in Modern Trading.

Sebastian Sagan

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

Trading algorithms play a crucial role in contemporary financial markets. High-frequency trading (HFT) leverages advanced algorithms to execute transactions in milliseconds. These algorithms analyze vast amounts of data, enhancing market efficiency and liquidity but introducing the risk of sharp price movements. The advantages of HFT include increased liquidity, narrower spreads, and arbitrage opportunities. However, HFT can also increase market volatility and disadvantage smaller investors. Developing trading algorithms involves analyzing historical data, implementing mathematical models, and testing in real-world conditions. Ensuring compliance with regulations and real-time monitoring of algorithms is critical. Artificial intelligence and machine learning are increasingly significant in this process, enabling advanced data analysis and adaptation to changing market conditions. The paper discusses the impact of these technologies on markets, highlighting both their benefits and potential risks. Drawing on specific empirical examples, it presents the structure of algorithms, from data acquisition to risk management.

Keywords: trading algorithms, financial markets, high-frequency trading

Technologie i Algorytmy w Nowoczesnym Handlu

Algorytmy handlowe odgrywają kluczową rolę na współczesnych rynkach finansowych. Handel wysokiej częstotliwości (HFT) wykorzystuje zaawansowane algorytmy do przeprowadzania transakcji w milisekundach. Analizują one ogromne ilości danych, co zwiększa efektywność i płynność rynków, ale wprowadza ryzyko gwałtownych ruchów cenowych. Zalety HFT to większa płynność, mniejsze spready oraz możliwość arbitrażu. Jednak HFT może zwiększać zmienność rynków i działać na niekorzyść mniejszych inwestorów. Tworzenie algorytmów handlowych obejmuje analizę danych historycznych, implementację modeli matematycznych oraz testowanie w rzeczywistych warunkach. Kluczowe jest zapewnienie zgodności z regulacjami i monitorowanie algorytmów w czasie rzeczywistym. W procesie tym, coraz większe znaczenie mają sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe, które umożliwiają zaawansowaną analizę danych i adaptację do zmieniających się warunków rynkowych.

W referacie omówiono wpływ tych technologii na rynki, zarówno korzyści, jak i potencjalne zagrożenia. Powołując się na konkretne przykłady empiryczne, przedstawiono strukturę algorytmów, od poboru danych po zarządzanie ryzykiem.

Słowa kluczowe: algorytmy handlowe, rynki finansowe, handel wysokiej częstotliwości

Quality of Life of Poles in the Context of Professional Work and Domestic Responsibilities

Anna Sączewska-Piotrowska

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach/Wydział Gospodarki Przestrzennej i Transformacji Regionów

An individual's quality of life is shaped by numerous factors, both objective and subjective. Working conditions, as well as the scope and intensity of domestic and caregiving duties, play a significant role in this context. The aim of the present analysis was to assess the quality of life of working Poles in relation to their professional activity and involvement in domestic life. The study is based on data from a nationwide survey conducted in 2024 on a representative sample of 1,067 economically active individuals. The questionnaire included questions on forms of employment, working conditions, job satisfaction, domestic responsibilities, caregiving duties, and perceived work-life balance. The analysis employed statistical methods, including regression analysis and exploratory factor analysis, to identify patterns and dependencies influencing perceived quality of life. The study also examined differences in life satisfaction depending on the number of hours worked per week and the frequency of performing household and caregiving tasks, including childcare and grandchild care.

Jakość życia Polaków w kontekście pracy zawodowej i obowiązków domowych

Jakość życia jednostki kształtowana jest przez wiele czynników, zarówno obiektywnych, jak i subiektywnych. Istotną rolę odgrywają w tym kontekście warunki pracy zawodowej oraz zakres i intensywność obowiązków domowych i opiekuńczych. Celem przeprowadzonej analizy była ocena jakości życia pracujących Polaków w odniesieniu do ich aktywności zawodowej i zaangażowania w życie domowe. Podstawą analiz są dane z ogólnopolskiego badania ankietowego przeprowadzonego w 2024 roku na reprezentatywnej próbie 1067 osób aktywnych zawodowo. Kwestionariusz objął m.in. pytania dotyczące form zatrudnienia, warunków pracy, satysfakcji zawodowej, obowiązków domowych, opieki nad bliskimi oraz postrzeganej równowagi między życiem zawodowym a prywatnym. W analizie wykorzystano metody statystyczne, w tym analizę regresji oraz eksploracyjną analizę czynnikową, służące identyfikacji zależności i wzorców wpływających na postrzeganą jakość życia. Dokonano również oceny zróżnicowania poziomu zadowolenia z życia w zależności od liczby przepracowanych godzin tygodniowo, a także częstotliwości wykonywania prac domowych oraz opieki nad dziećmi i wnukami.

Spatial analysis of property prices in Warsaw

Weronika Stęczna

SGGW, Wydział Zastosowań Informatyki i Matematyki

The aim of this study was to investigate spatial dependencies influencing apartment prices in Warsaw, based on data collected from the otodom.pl portal. The analysis incorporated both classical linear regression and spatial regression techniques, including Geographically Weighted Regression (GWR) and Multiscale Geographically Weighted Regression (MGWR). The dataset was enhanced with additional location-based variables, such as the distance to the nearest metro station or bus/tram stop, as well as estimated travel time to the city center (in minutes). Moran's I statistic confirmed the presence of positive spatial autocorrelation, indicating that similar property values tend to cluster geographically. The findings demonstrated that spatial relationships are statistically significant, and failing to account for them in classical models may lead to biased or misleading conclusions. The analysis was carried out using ArcGIS Pro and Python, allowing for the integration of advanced statistical methods with the visualization capabilities of GIS. Overall, the results emphasize the importance of applying models that incorporate local spatial variation—particularly in large and dynamically evolving urban environments.

Przestrzenna analiza cen nieruchomości w Warszawie

Celem pracy była analiza zależności przestrzennych wpływających na ceny mieszkań w Warszawie na podstawie danych pozyskanych z portalu otodom.pl. W badaniu wykorzystano zarówno klasyczną regresję liniową (OLS), jak i modele regresji przestrzennej, w tym Geographically Weighted Regression (GWR) oraz Multiscale Geographically Weighted Regression (MGWR). Dane dotyczące nieruchomości zostały wzbogacone o informacje przestrzenne, takie jak odległość do stacji metra, przystanków autobusowych i tramwajowych oraz czas dojazdu do centrum miasta (w minutach). Zastosowanie statystyki Morana pozwoliło jednoznacznie stwierdzić istnienie dodatniej autokorelacji przestrzennej, co oznacza, że obserwacje tworzą klastry o podobnych wartościach. Wyniki analizy potwierdziły obecność istotnych przestrzennych zależności, których nieuwzględnienie w modelach klasycznych może prowadzić do błędnych wniosków. Badania przeprowadzono z wykorzystaniem programu ArcGIS Pro oraz języka Python, co umożliwiło połączenie zaawansowanych analiz statystycznych z możliwościami wizualizacji GIS. Praca wskazuje na potrzebę stosowania modeli uwzględniających lokalne uwarunkowania przestrzenne w analizie rynków nieruchomości, zwłaszcza w kontekście dużych i dynamicznie rozwijających się miast.

Price discovery on the warsaw stock exchange: an empirical study

Milena Suliga

AGH University of Science and Technology

In fully informationally efficient markets, it is assumed that all relevant information is instantaneously reflected in asset prices. However, in markets exhibiting weak-form or semi-strong efficiency, the full incorporation of new information into the price of a given asset—commonly referred to as price discovery—is a process that unfolds over time.

Given that financial futures contracts serve as key instruments for hedging positions in the spot market, there exist strong interdependencies between futures prices and the prices of their corresponding underlying assets. Nevertheless, price adjustments in the spot and futures markets are typically not perfectly synchronized—one of the markets tends to incorporate new information more rapidly, while the other reacts with a delay. In such cases, a preceding price change in one of the instruments (either the underlying or the derivative) constitutes a signal that a corresponding adjustment in the other instrument's price should follow shortly. These relationships are commonly interpreted as evidence of Granger causality between spot and futures prices.

The primary objective of the present study was to examine whether WIG20 index futures—the most liquid derivative instrument traded on the Warsaw Stock Exchange—play a significant role in the price discovery process, and whether their contribution has evolved over time in line with the development of the derivatives market. To investigate both short-term and long-term causal linkages between the daily closing prices of the WIG20 index and its corresponding futures contracts, a bivariate Vector Error Correction Model (VECM) was employed, using data spanning the period from 2018 to 2024. The results derived from the classical VECM were then compared with those obtained from a Threshold Vector Error Correction Model (TVECM), which accounts for potential regime-switching behavior depending on the magnitude of the cointegration error—that is, the deviation from long-run equilibrium between the analyzed time series.

The empirical findings indicate that the TVECM provides a superior representation of the dynamic causal relationships between spot and futures prices compared to the conventional VECM. Specifically, the VECM results reveal unidirectional causality running from the WIG20 index to its futures contracts, suggesting that the entire price discovery process takes place within the spot market. In contrast, the TVECM results imply the necessity of dividing the sample into three distinct regimes, each characterized by differing dynamics in causal relationships. Notably, in the most recent regime, statistically significant bidirectional long-term Granger causality between spot and futures prices is identified, which points to the progressive maturation of the futures market and its increasing role in the price discovery process in recent years.

These results thus provide empirical support for the notion that the WIG20 futures market is undergoing continued development and is progressively fulfilling its price discovery function, thereby contributing to enhanced informational efficiency in the spot market. Consequently, investors allocating capital to either WIG20 index futures or the constituent stocks of the index should carefully monitor price developments in both markets. Observing price changes in one market may yield valuable insights for forecasting future price movements in the other, thereby facilitating the construction of safer and more effective investment strategies.

Keywords: price discovery; Granger causality; index futures on the WIG20, VECM model, TVECM model

Badanie procesu odkrywania cen na GPW w Warszawie

Przyjmuje się, że na rynku w pełni efektywnym informacyjnie wszelkie istotne informacje powinny mieć natychmiastowe odzwierciedlenie w cenach. Na rynkach charakteryzujących się efektywnością słabą lub półsilną, pełna absorpcja nowej informacji w cenie danego aktywa, określana mianem okrycia ceny, jest jednak procesem, wymagającym pewnego czasu.

Ponieważ finansowe kontrakty futures są ważnymi narzędziami osłony pozycji otwartych na rynku kasowym, pomiędzy ich cenami, a cenami odpowiadających im instrumentów bazowych występują ścisłe zależności. Zazwyczaj jednak zmiany cen spot i futures nie są idealnie zsynchronizowane – jeden z rynków absorbuje nową informację szybciej, a drugi wolniej. Wcześniejsza zmiana ceny jednego z instrumentów (bazowego lub pochodnego) jest wówczas sygnałem, że również cena drugiego powinna w najbliższym czasie ulec zmianie. Zależności tego rodzaju utożsamiane są z występowaniem pomiędzy cenami spot i futures przyczynowości w sensie Grangera.

Celem przeprowadzonego badania było sprawdzenie czy kontrakty futures na indeks WIG20, stanowiące najbardziej płynny instrument rynku terminowego GPW w Warszawie, biorą istotny udział w procesie odkrywania cen oraz czy udział ten zmieniał się w czasie, wraz z rozwojem rynku derywatów. Badanie występowania zależności przyczynowych o charakterze długo- oraz krótkookresowym pomiędzy dziennymi kursami zamknięcia indeksu WIG20 oraz kontraktów na ten indeks wykonano przy użyciu dwuwymiarowego modelu korekty błędem VECM, na podstawie danych z lat 2018 – 2024. Wyniki uzyskane na podstawie klasycznego modelu VECM porównano z wynikami modelowania relacji pomiędzy zmianami cen na obu rynkach przy użyciu modelu TVECM, dopuszczającego różne zachowania modelu w zależności od poziomu błędu kointegracji, czyli odległości od długookresowej równowagi pomiędzy wartościami analizowanych szeregów czasowych.

Uzyskane wyniki wskazują na to, że model TVECM lepiej opisuje dynamikę zależności przyczynowych pomiędzy cenami spot i futures niż klasyczny model VECM. Wyniki modelu VECM wskazują bowiem na istnienie przyczynowości jednokierunkowej – od kursu indeksu do kursu kontraktów na ten indeks, sugerując, że cały proces odkrywania cen ma miejsce na rynku kasowym. Model TVECM sugeruje natomiast konieczność podziału próby na trzy części, różniące się pod względem dynamiki rozważanych zależności przyczynowych. W ostatniej z nich potwierdzona została istotna przyczynowość dwukierunkowa o charakterze długookresowym pomiędzy cenami spot i futures, co wskazuje na rozwój rynku kontraktów i jego znaczący udział w odkrywaniu cen w ostatnim czasie.

Wyniki badania potwierdzają zatem, że rynek kontraktów na indeks WIG20 rozwija się coraz lepiej spełniając swoją rolę cenoodkrywczą i może przyczyniać się do wzrostu efektywności rynku kasowego. Lokując kapitał w kontrakty futures na indeks WIG20 lub w akcje spółek z tego indeksu inwestorzy powinni z uwagą śledzić zmiany cen na obu rynkach. Obserwacja zmian cen na jednym z nich może mieć bowiem przełożenie na dokładniejsze prognozowanie zmian cen na drugim rynku, a tym samym przyczynić się do konstruowania bezpieczniejszych i bardziej efektywnych strategii inwestycyjnych.

Słowa kluczowe: odkrywanie cen; przyczynowość w sensie Grangera; kontrakty futures na WIG20; model VECM, model TVECM

Measuring and Improving the Quality of Courier Services Using the Gap Model

Magdalena Szydelko

Politechnika Rzeszowska

Logistics customer service constitutes a critical process undertaken by enterprises within the courier, express, and parcel (CEP) industry. Evaluating the quality of customer service in this sector represents a strategic priority, essential for aligning service offerings with evolving market expectations and for initiating continuous improvement initiatives. Enterprises operating in this domain may leverage widely recognised tools described in academic literature, which support the assessment of customer satisfaction – particularly in the context of logistics order fulfilment. The primary objective of this paper is to explore the potential application of the SERVQUAL method to measure both the expected and perceived quality of logistics customer service among individual customers utilising courier services, and to identify areas in need of improvement, using InPost as a case study. The research objective guided the methodological framework, comprising indirect research based on a literature review and direct research involving a survey of individual customers of the selected company. A structured questionnaire was developed in line with the SERVQUAL framework. The CAWI (Computer-Assisted Web Interview) technique was employed to collect empirical data. The application of the SERVQUAL method enabled the formulation of an overall evaluation of service quality, derived from the gap between perceived and expected quality, while accounting for the significance of each of the five SERVQUAL dimensions. The study identified specific components of the customer service process requiring targeted improvement actions.

Keywords: customer logistics service, quality, customer satisfaction, SERVQUAL method, CEP industry.

Pomiar i doskonalenie jakości usług kurierskich z wykorzystaniem modelu luk

Logistyczna obsługa klienta jest kluczowym procesem realizowanym przez przedsiębiorstwa z branży KEP. Badanie poziomu jakości obsługi klientów w tej branży jest priorytetowym działaniem, jakie należy podjąć w celu dostosowania oferty do aktualnych wymagań rynkowych i wprowadzania działań doskonalących. Przedsiębiorstwa te mają możliwość wykorzystania uniwersalnych instrumentów szeroko opisywanych w literaturze, które ułatwiają ocenę poziomu zadowolenia klientów, np. w obszarze logistycznej obsługi zamówień. Celem referatu jest wskazanie możliwości wykorzystania metody SERVQUAL do pomiaru oczekiwanej i postrzeganej jakości logistycznej obsługi klientów indywidualnych korzystających z usług kurierskich oraz do identyfikacji obszarów wymagających podjęcia działań doskonalących na przykładzie InPost. Cel pracy wyznaczył tok postępowania badawczego, który obejmował badania pośrednie skoncentrowane na analizie źródeł literaturowych oraz badania bezpośrednie przeprowadzone wśród indywidualnych klientów korzystających z usług badanego obiektu. Opracowano kwestionariusz ankiety zgodnie ze schematem postępowania w metodzie SERVQUAL. Wykorzystano technikę ankietowania CAWI – Computer Assisted Web Interview. Dzięki zastosowanej metodzie sformułowano ogólną ocenę jakości usług wynikającą z różnicy między jakością postrzeganą i oczekiwaną przez respondentów z uwzględnieniem ważności pięciu wymiarów. Zidentyfikowano obszary procesu obsługi klientów, które wymagają wdrożenia działań doskonalących.

Construction of a climate transition index for the Warsaw Stock Exchange

Tomasz Wiśniewski

Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny, Katedra Finansów i Inwestycji Międzynarodowych

Climate change is one of the most important challenges of the modern world. These phenomena result from both natural climate cycles and, increasingly, human activities, particularly greenhouse gas emissions. This is why the role of financial institutions is so important, as they can significantly accelerate economic transformation towards climate neutrality through capital redistribution. One of the financial instruments that can support such actions are ETF funds covering companies that support climate transformation.

As a result of the conducted research, a concept of a climate transformation index for companies listed on the Warsaw Stock Exchange was designed, and its properties were verified based on the analysis of selected time series analysis methods. Based on the obtained results, it was found that the index can serve as a base instrument for ETF funds, having similar properties to the WIG index while maintaining better characteristics than other Warsaw Stock Exchange indices.

Keywords: ESG, WSE, ETF, climate transformation.

Konstrukcja indeksu transformacji klimatycznej dla GPW

Zmiany klimatyczne to jedno z najważniejszych wyzwań współczesnego świata. Zjawiska te są wynikiem zarówno naturalnych cykli klimatycznych, jak i – w coraz większym stopniu – działalności antropogenicznej, w szczególności emisji gazów cieplarnianych. Dlatego tak ważna jest rola instytucji finansowych, które poprzez redystrybucję kapitału mogą znacząco przyspieszyć transformację gospodarczą w kierunku neutralności klimatycznej. Jednym z instrumentów finansowych, które mogą wspierać takie działania są fundusze ETF obejmujące spółki wspierające transformację klimatyczną.

W wyniku przeprowadzonych badań opracowano koncepcję indeksu transformacji klimatycznej dla spółek notowanych na GPW oraz zweryfikowane jego własności na podstawie analizy wybranych metod analizy szeregów czasowych. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że indeks może stanowić instrument bazowy dla funduszy ETF posiadając podobne własności do indeksu WIG, przy zachowaniu lepszych charakterystyk niż ma to miejsce w przypadku innych indeksów GPW.

Słowa kluczowe: ESG, GPW, ETF, transformacja klimatyczna.

Reakcja rynków kapitałowych na Pandemię i wojnę na Ukrainie

Dorota Witkowska

Faculty of Management University of Lodz, IPPM College of Business and Economics, University of Johannesburg

Krzysztof Kompa

IPPM College of Business and Economics, University of Johannesburg

W 2020 r. cały świat został dotknięty pandemią, co spowodowało znaczące, wynikające z wprowadzonych lockdownów i przerwania łańcuchów dostaw, globalne spowolnienie gospodarcze. Dla złagodzenia gospodarczych i społecznych skutków tego spowolnienia gospodarki zmobilizowały swoje rezerwy i w 2021 roku większość krajów odnotowała dodatni przyrost PKB. W wielu przypadkach jednak przyrost ten pozostawał ujemny w stosunku do poziomu PKB z 2019 roku. Proces sanacji gospodarczej po pandemii COVID-19 został zakłócony w lutym 2022 r. wskutek agresji Rosji na Ukrainę. Skutki gospodarcze tej wojny dały się odczuć natychmiast w wielu krajach. Obie strony konfliktu były bowiem przed wojną znaczącymi graczami światowej gospodarki – w 2019 r. gospodarki obu krajów wytwarzały 3,5% światowego PKB, co stanowiło 22,7% PKB wytworzonego przez Unię Europejską. Były też istotnymi eksporterami żywności, a Rosja dodatkowo ropy i gazu. W konsekwencji pojawia się pytanie, jak na problemy gospodarcze spowodowane pandemią COVID-19 i wojną na Ukrainie zareagowały rynki kapitałowe w różnych częściach świata.

Badaniu poddano dzienne notowania indeksów giełdowych na 28 rynkach kapitałowych od trzeciego kwartału 2019 roku do końca 2022 roku. Okres ten został podzielony na 4 podokresy – okres przed pandemią, okres szoku pandemicznego, okres przed wojną i okres wojny. W naszych badaniach zastosowano analizę strukturalną i testy statystyczne porównujące oczekiwane stopy zwrotu i ryzyko w rozważanych okresach.

Wyniki badań wskazują, że w okresie szoku pandemicznego w większości krajów występowały spadki notowań, czego nie obserwuje się po inwazji rosyjskiej, ponieważ na niektórych rynkach kapitałowych globalne maksimum obserwuje się właśnie podczas wojny. Wojna rosyjsko-ukraińska spowodowała perturbacje i wzrost zmienności na rynkach kapitałowych, ale we wszystkich krajach z wyjątkiem Rosji i Grecji spadki wartości indeksów były mniejsze niż te spowodowane pandemią. Nasze wyniki nie wskazują na znacząco silniejszą reakcję ze strony krajów graniczących z państwami objętymi wojną oraz państw zależnych od dostaw rosyjskich i ukraińskich..

The Solow Growth Model in the period of geopolitical threats

Grzegorz Waszkiewicz

Wojskowa Akademia Techniczna

The aim of the work is to verify the statistical significance of growth determinants in the Solow model. The study was given to 10 economies of Central and Eastern Europe that have been operating in an environment of increased geopolitical risk since 2014. The panel analysis method was applied.

Model wzrostu Solowa w okresie zagrożeń geopolitycznych

Celem pracy jest empiryczna weryfikacja statystycznej istotności determinant wzrostu w modelu Solowa. Badaniu podano 10 gospodarek Europy Środkowo-Wschodniej, które funkcjonują w środowisku podwyższonego ryzyka geopolitycznego od 2014 r. Wykorzystano metodę analizy panelowej.

A card that costs victory? A quantitative analysis of the impact of red card on the course of the match

Jacek Wolak

AGH University of Krakow

The aim of this paper is to analyse the impact of red card on match outcomes in the Bundesliga during the 2017/18–2024/25 seasons. Based on match data from this period, the study investigates how playing with one fewer player affects the final result. The analysis takes into account the venue of the match, the timing of the red card, and the goal difference and expected goal difference (xG) at the moment of the incident.

Kartka, która kosztuje zwycięstwo? Ilościowa analiza wpływu czerwonej kartki na przebieg meczu piłkarskiego

Celem referatu jest analiza wpływu czerwonych kartek na wyniki meczów w Bundeslidze w sezonach 2017/18–2024/25. W oparciu o dane meczowe z tego okresu przeprowadzono badanie, mające na celu określenie, w jaki sposób gra w osłabieniu wpływa na końcowy rezultat spotkania. Uwzględniono przy tym miejsce rozgrywania meczu, moment otrzymania czerwonej kartki oraz występującą wówczas różnicę bramek oraz różnicę bramek oczekiwanych (xG).

Unsupervised clustering analysis of gender inequity in the European Union base on macroeconomic variables

Celi Luis

Warsaw University of Life Sciences

This research explores disparities in gender wages across regions of the European Union by applying multivariate analysis in combination with unsupervised machine learning techniques. The core aim was to uncover natural groupings of regions based on structural macroeconomic and labor indicators related to gender inequality. To this end, the DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) algorithm was utilized, with Principal Component Analysis (PCA) employed to reduce data dimensionality.

The clustering process was based on six normalized variables: the raw gender pay gap (gpg), the old-age dependency ratio (OLDDEP3), male part-time employment rates (pt_m), the rate of female inactivity (f_inactiv), the proportion of women with higher education (gedup_h), and GDP per capita adjusted by purchasing power standards (gdp_pps). The method identified two prominent clusters alongside a set of outlier regions, notably including countries such as Iceland and Ireland.

Findings indicate significant structural heterogeneity in how gender pay disparities manifest across the EU. Crucially, they demonstrate that higher levels of economic development alone are insufficient to close gender wage gaps. These outcomes point to the importance of designing regionally tailored and multidimensional policy interventions grounded in socio-economic diagnostics.

Nienadzorowana analiza skupień nierówności płci w Unii Europejskiej na podstawie zmiennych makroekonomicznych

W niniejszym badaniu analizuje się różnice w wynagrodzeniach kobiet i mężczyzn w poszczególnych regionach Unii Europejskiej, stosując analizę wielowymiarową w połączeniu z technikami uczenia maszynowego bez nadzoru. Głównym celem było odkrycie naturalnych grup regionów na podstawie strukturalnych wskaźników makroekonomicznych i wskaźników dotyczących rynku pracy związanych z nierównością płci. W tym celu wykorzystano algorytm DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise), a do zmniejszenia wymiarowości danych zastosowano analizę głównych składowych (PCA).

Proces grupowania oparto na sześciu znormalizowanych zmiennych: surowej różnicy w wynagrodzeniach kobiet i mężczyzn (gpg), wskaźniku obciążenia demograficznej starości (OLDDEP3), wskaźniku zatrudnienia mężczyzn w niepełnym wymiarze czasu pracy (pt_m), wskaźniku bierności zawodowej kobiet (f_inactiv), odsetku kobiet z wyższym wykształceniem (gedup_h) oraz PKB na mieszkańca skorygowanym o standardy siły nabywczej (gdp_pps). Metoda ta pozwoliła zidentyfikować dwie wyraźne grupy oraz zestaw regionów odbiegających od normy, w tym między innymi Islandię i Irlandię.

Wyniki wskazują na znaczną heterogeniczność strukturalną w zakresie występowania różnic w wynagrodzeniach kobiet i mężczyzn w UE. Co istotne, pokazują one, że sam wyższy poziom rozwoju gospodarczego nie wystarcza do zniwelowania różnic w wynagrodzeniach kobiet i mężczyzn. Wyniki te wskazują na znaczenie opracowania dostosowanych do potrzeb regionów i wielowymiarowych interwencji politycznych opartych na diagnozie społeczno-gospodarczej.

Technological drivers of innovativeness: Asymmetric relations of patent activity in spatio-temporal clusters in the UK in 1980-2015

Zehra Usta

University of Warsaw

This paper addresses the asymmetric nature of technological relatedness in regional patent activity. We propose a novel methodological framework that integrates spatial clustering of geolocated patents with temporally informed association rule mining to uncover long-term causal dynamics in innovation. Building on theories of evolutionary economic geography and related variety, we challenge the assumption of symmetric relatedness between technologies and demonstrate that some technologies act as catalysts—initiating chains of innovation within spatial clusters while not being equally influenced in return. Our findings reveal strong asymmetries in technological relationships: high-tech patents often drive the emergence of lower-tech ones, while the reverse influence is limited. In particular, telecommunications patents repeatedly act as key drivers of regional innovation dynamics. By analysing individual patents at high spatial resolution, avoiding the limitations of pre-defined administrative regions, we identify catalyst technologies that shape the evolution of regional innovation systems. This work contributes to the understanding of spatial knowledge diffusion and the role of technological drivers in regional transformation.

Keywords: spatio-temporal innovation clusters; asymmetric relatedness; innovation catalysts

Asymetryczne powiązania i technologie katalizujące w czasoprzestrzennych klastrach patentowych

W artykule poruszamy zagadnienie asymetrycznego charakteru powiązań technologicznych w regionalnej aktywności patentowej. Proponujemy nowe podejście metodologiczne, które łączy klasteryzację przestrzenną geolokalizowanych patentów z czasowo uwzględnionym algorytmem reguł asocjacyjnych, aby uchwycić długoterminową dynamikę przyczynową innowacji. Opierając się na teoriach geograficznej ekonomii ewolucyjnej i pokrewieństwa technologicznego, kwestionujemy założenie o symetrii powiązań między technologiami, pokazując, że niektóre z nich pełnią rolę katalizatorów – inicjujących łańcuchy innowacji w klastrach przestrzennych, nie będąc jednocześnie w równym stopniu przez nie odwzajemnione. Nasze wyniki ujawniają silne asymetrie w relacjach technologicznych: patenty z zakresu wysokich technologii często napędzają rozwój technologii niższego poziomu, podczas gdy wpływ w drugą stronę jest ograniczony. Szczególnie patenty telekomunikacyjne wielokrotnie odgrywają rolę kluczowych czynników napędzających regionalną dynamikę innowacyjną. Analizując indywidualne patenty na wysokim poziomie rozdzielczości przestrzennej, unikając ograniczeń związanych z wcześniej zdefiniowanymi jednostkami administracyjnymi, identyfikujemy technologie katalizujące, które kształtują ewolucję regionalnych systemów innowacji. Nasze badanie wnosi istotny wkład w zrozumienie przestrzennego przepływu wiedzy oraz roli technologicznych motorów przemian regionalnych.

Słowa kluczowe: czasoprzestrzenne klastry innowacji; asymetryczne powiązania; technologie katalizujące

Jak bezpośrednie inwestycje zagraniczne i globalne łańcuchy wartości wpływają na dywersyfikację eksportu technologicznego?

Aleksandra Parteka, Aleksandra Kordalska

Politechnika Gdańska, Wydział Zarządzania i Ekonomii

This paper examines the role of foreign direct investment (FDI) and participation in global value chains (GVCs) in determining technological export diversification. Using detailed export data on almost 5,000 product lines from 160 countries over 23 years, we quantify technological diversification through relative Theil index decomposition, isolating changes in both tech products' diversity and their importance in countries' exports. Our key results are based on instrumental-variable estimation controlling for country-specific features such as economic size, productivity levels, and resource dependence. FDI emerges as a significant driver of technological diversification, positively affecting both tech export shares and product diversity. In contrast, we find no similar impact from countries' participation in global value chains. We thus reveal that FDI and GVC knowledge transfer mechanisms differently affect technological sophistication of exports, with implications for countries' development strategies.

Jak bezpośrednie inwestycje zagraniczne i globalne łańcuchy wartości wpływają na dywersyfikację eksportu technologicznego?

Artykuł analizuje rolę bezpośrednich inwestycji zagranicznych (BIZ) oraz uczestnictwa w globalnych łańcuchach wartości (GŁW) w kształtowaniu dywersyfikacji eksportu technologicznego. Wykorzystując szczegółowe dane eksportowe obejmujące niemal 5 000 produktów z 160 krajów na przestrzeni 23 lat, mierzymy dywersyfikację technologiczną za pomocą dekompozycji względnego indeksu Theila. Wyodrębniamy zmiany zarówno w różnorodności produktów technologicznych, jak i ich znaczeniu w eksporcie poszczególnych krajów. Nasze kluczowe wyniki opierają się na estymacji z wykorzystaniem zmiennych instrumentalnych. W regresji uwzględniamy również zmienne kontrolne specyficzne dla poszczególnych państw, takie jak wielkość gospodarki, poziom produktywności oraz zależność od zasobów naturalnych. BIZ okazują się istotnym czynnikiem sprzyjającym dywersyfikacji technologicznej, pozytywnie wpływając zarówno na udział produktów technologicznych w eksporcie, jak i na ich różnorodność. Nie stwierdzamy jednak podobnego wpływu udziału krajów w globalnych łańcuchach wartości. Wskazujemy zatem, że mechanizmy transferu wiedzy poprzez BIZ i GŁW wpływają na poziom zaawansowania technologicznego eksportu w odmienny sposób, co niesie konsekwencje dla strategii rozwoju gospodarczego państw.

Comparative analysis of the effectiveness of trend-cyclical models with autoregression in approximation and prediction of the seasonality of telecommunications traffic – per second billing approach

Paweł Kaczmarczyk

Mazovian University in Plock, The Faculty of Law, Administration and Economics

The aim of the described research is to assess the effectiveness of trend-cyclical models with autoregression in approximating and predicting the compound cyclicity of demand for telecommunications services for hourly data - times of outgoing calls from the selected operator's network in seconds which were summed up every hour.

The approximation and the prediction efficiency of models estimated on the basis of data from a two-year period was examined. The data thus enabled modelling and forecasting of daily, weekly, monthly and annual seasonality for a given type of a connection and a specific subscriber group.

The general form of the models studied is as follows:

$$Y_t = \alpha_0 + a_1 t + R_t + M_t + T_t + D_t + \sum_{s=1}^p b_s y_{t-s} + \varepsilon_t$$

To model the compound seasonality, the following were used: R_t - annual seasonality (3 harmonics), M_t - monthly seasonality (3 harmonics), T_t - weekly seasonality (6 harmonics), daily seasonality (12 harmonics). The remaining elements of the model concern the trend: $\alpha_0 + a_1 t$ and autoregression: $b_1 y_{t-1}, b_2 y_{t-2}, \dots, b_p y_{t-p}$.

The trend-cyclical model with autoregression was shown to be more effective than models containing only harmonic components or dichotomous variables.

Analizy porównawcze efektywności modeli trendowo-cyklicznych z autoregresją w aproksymacji i predykcji sezonowości ruchu telekomunikacyjnego – podejście oparte na naliczaniu sekundowym

Celem opisanych badań jest ocena efektywności modeli trendowo-cyklicznych z autoregresją w aproksymacji i predykcji złożenia cykliczności popytu na usługi telekomunikacyjne dla danych godzinowych - czasów połączeń wychodzących z sieci wybranego operatora w sekundach sumowanych co godzinę.

Zbadano efektywność aproksymacyjną i predykcyjną modeli oszacowanych na podstawie danych z okresu dwóch lat. Dane umożliwiły zatem modelowanie i prognozowanie sezonowości dobowej, tygodniowej, miesięcznej i rocznej dla danego rodzaju połączenia i określonej grupy abonenckiej.

Ogólna postać badanych modeli jest następująca:

$$Y_t = \alpha_0 + a_1 t + R_t + M_t + T_t + D_t + \sum_{s=1}^p b_s y_{t-s} + \varepsilon_t$$

Do modelowania złożenia sezonowości wykorzystano: R_t - sezonowość roczną (3 harmoniki), M_t - sezonowość miesięczną (3 harmoniki), sezonowość T_t - sezonowość tygodniową (6 harmonik), sezonowość dobową (12 harmonik). Pozostałe elementy modelu dotyczą trendu: $\alpha_0 + a_1 t$ oraz autoregresji: $b_1 y_{t-1}, b_2 y_{t-2}, \dots, b_p y_{t-p}$.

Wykazano wyższą efektywność modelu trendowo-cyklicznego z autoregresją w porównaniu z modelami zawierającym jedynie składowe harmoniczne lub zmienne dychotomiczne.