



XVIII MIĘDZYNARODOWA KONFERENCJA NAUKOWA IM. PROFESORA ALEKSANDRA ZELIASIA

NA TEMAT

**MODELOWANIE I PROGNOZOWANIE ZJAWISK SPOŁECZNO-GOSPODARCZYCH**

12-15 MAJA 2025, ZAKOPANE – POLSKA

THE 18<sup>TH</sup> PROFESSOR ALEKSANDER ZELIAŚ INTERNATIONAL CONFERENCE

ON

**MODELLING AND FORECASTING OF SOCIO-ECONOMIC PHENOMENA**

MAY 12-15, 2025, ZAKOPANE – POLAND

**Księga streszczeń**

**Book of abstracts**



The abstracts have not been amended or proofread and editors are not responsible for the language used in them.

Streszczenia nie były zmieniane ani korygowane, a redaktorzy nie ponoszą odpowiedzialności za język w nich użyty.

Redaktor naukowy  
Katarzyna Frodyma

## *Spis treści*

Jan Acedański, Jacek Pietrucha	
Niepewność makroekonomiczna a popyt na gotówkę w Polsce.....	6
Justyna Borowiec-Kapek, Monika Papież	
Determinanty przepływów energii elektrycznej w Europie: analiza panelowa z wykorzystaniem modelu grawitacyjnego .....	7
Katarzyna Bech-Wysocka, Łukasz Lenart, Monika Naskręcka, Aleksandra Rutkowska, Anna Pajor	
Percepcja inflacji: zniekształcenie perspektywy konsumentów w zakresie postrzegania przeszłych zmian cen .....	9
Katarzyna Frodyma, Michał Pietrzak	
Ocena efektywności energetycznej krajów UE z wykorzystaniem metody DEA .....	10
Andreas Geyer-Schulz	
At Least as Good as Random Search and Often Better: Genetic and Evolutionary Search for Automated Machine and Algorithm Learning.....	12
Andreas Geyer-Schulz	
Scalable Automated Machine and Algorithm Learning with the R-package xega - A Tutorial...	13
Sergiusz Herman	
Wpływ zaostrzenia prawa aborcyjnego na dzietność w Polsce.....	14
Roman Huptas	
Wykorzystanie nieliniowych modeli ACV z parametrycznym komponentem sezonowym w strategii handlowej typu VWAP .....	15
Maciej Jewczak	
Potencjał lokalnych rynków pracy w Polsce .....	17
Kornelia Kłopecka, Sławomir Śmiech	
Triada deprywacji: ubóstwo, ubóstwo energetyczne i zdrowie w Europie Środkowo-Wschodniej - wnioski z modelowania równań strukturalnych.....	19
Stanisław Maciej Kot	
Splątanie nierównościowe; teoria i pomiar .....	21
Jarosław Krajewski, Michał Pietrzak	
Modelowanie produkcji energii wiatrowej w kontekście zapewnienia optymalizacji miksu energetycznego na przykładzie Polski.....	22
Paweł Kufel, Marcin Błazejowski, Jacek Kwiatkowski	
Przykłady zastosowania automatycznej procedury uśredniania modeli wektorowej autoregresji w gretlu.....	23
Łukasz Lenart, Katarzyna Bech-Wysocka, Monika Naskręcka, Anna Pajor, Aleksandra Rutkowska	
Analiza rozbieżności w postrzeganiu inflacji pomiędzy kobietami a mężczyznami w wybranych krajach europejskich.....	24

Agnieszka Lipieta, Artur Lipieta	
The role of eco-mechanisms within economic evolution .....	25
Aleksandra Majchrowska, Sylwia Roszkowska	
Czy starzenie się społeczeństwa ma wpływ na transmisję płacy minimalnej na inflację? .....	26
Radostaw Murkowski	
Zmiany liczby urodzeń w Europie podczas pandemii COVID-19 .....	27
Barbara Pawełek, Maria Sadko	
Prognozowanie upadłości przedsiębiorstw: przegląd publikacji naukowych z lat 1968-2024..	29
Michał Pietrzak, Jarostaw Krajewski	
Modelowanie miesięcznej produkcji energii fotowoltaicznej w kontekście analizy szeregów czasowych.....	31
Radostaw Pietrzyk, Paweł Rokita, Piotr Grzybowski	
Wykrywanie toxic flow na nieregulowanych rynkach kryptowalut z wykorzystaniem miary VPIN opartej na danych o rzeczywistym kierunku transakcji .....	33
Anatolij Pilyavskyy	
Multi-criteria optimization with data envelopment analysis .....	34
Dominika Polko-Zajęc	
O testach permutacyjnych w analizie zależności między zbiorami danych .....	35
Sylwia Roszkowska, Aleksandra Majchrowska	
Płaca minimalna a stan zdrowia w Europie.....	36
Marcin Salamaga	
Modelowanie zależności pomiędzy innowacyjnością a handlem zagranicznym w Polsce .....	37
Viktor Shevchuk, Roman Kopych	
Ceny nieruchomości i wzrost produktu regionalnego w Polsce.....	38
Andrzej Sokołowski, Małgorzata Markowska, Danuta Strahl	
Relatywny wskaźnik aktywności innowacyjnej przedsiębiorstw przemysłowych - województwa 2013-2022 .....	40
Krystian Szczęsny	
Wpływ Ekstremalnych Zależności na Value at Risk: Zastosowanie Distorted Mix Copula .....	41
Gero Szepannek	
Explanation Groves – Analyzing the Trade-off between Complexity and Adequacy of Machine Learning Model Explanations.....	43
Marcin Szymkowiak, Wojciech Łukaszonek, Waldemar Wołyński	
Klasyfikacja województw w świetle charakterystyk rynku pracy przy wykorzystaniu analizy składowych głównych dla danych podwójnie wielowymiarowych .....	44

Szczepan Urjasz, Renata Karkowska	
Analiza transmisji ryzyka między indeksami giełdowymi bioróżnorodności i przemysłu ciężkiego .....	46
Marek Walesiak, Grażyna Dehnel	
Ocena realizacji celu SDG 4 w państwach UE w świetle Agendy 2030 z wykorzystaniem podejścia hybrydowego w porządkowaniu liniowym .....	47
Stanisław Wanat, Katarzyna Budny, Krystian Szczęsny	
Wpływ niepewności modelu na kapitałowe wymogi wypłacalności w Solvency II: Nowe podejścia i narzędzia analityczne.....	48
Elżbieta Zalewska	
Szkolnictwo wyższe w krajach Europy Środkowo-Wschodniej – analiza porównawcza na tle Unii Europejskiej.....	50
Elżbieta Zalewska, Natalia Szubska	
Świadomość społeczna a rozwój rolnictwa ekologicznego w wybranych krajach UE jako czynniki wspierający zrównoważony rozwój.....	51
Anna Zamojska	
Poza klasycznym CAPM: ZCAPM i nowe spojrzenie na wycenę aktywów. Analiza funduszy PPK w Polsce.....	52
Małgorzata Złotoś	
O pewnej modyfikacji estymatora różnicy w różnicach dla modelu z działaniem czynnika rozłożonym w czasie .....	54

## Niepewność makroekonomiczna a popyt na gotówkę w Polsce

Rola niepewności w popycie na pieniądź znana jest przynajmniej od czasów Keynesa. Jednak większość badań koncentruje się na szerokich kategoriach pieniądza, podczas gdy wpływ niepewności na popyt na gotówkę pozostaje w dużej mierze niezbadany. Na tę zależność może również wpływać malejąca w ostatnich latach rola motywu transakcyjnego posiadania gotówki.

W badaniu analizowany jest wpływ niepewności makroekonomicznej na popyt na gotówkę w Polsce. Wykorzystywany jest specjalnie opracowany miernik niepewności makroekonomicznej oparty na analizie publikacji prasowych i badane są jego długo- i krótkoterminowe powiązania z podażą gotówki. Wyniki wskazują na brak statystycznie istotnego długoterminowego wpływu. Zidentyfikowano natomiast krótkoterminowe nieliniowe zależności - okresy gwałtownych wzrostów niepewności są związane ze znacznymi wzrostami popytu na gotówkę.

## Macroeconomic Uncertainty and the Demand for Cash in Poland

The role of uncertainty in the demand for money has been acknowledged, at least since Keynes. However, most of the studies focus on the broad categories of money, while the impact of uncertainty on the demand for cash remains largely unexplored. This relationship may also be influenced by the diminishing role of the transactional motive for cash holding in recent years.

In the study, we investigate the impact of macroeconomic uncertainty on the demand for cash in Poland. We develop a news-based metric of macroeconomic uncertainty and study its long- and short-term relationships with the supply of cash. We do not find a statistically significant long-term impact, but we document a nonlinear short-term relationship - periods with sharp increases in uncertainty are associated with substantial rises in the demand for cash.

---

<sup>1</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

<sup>2</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

## Determinanty przepływów energii elektrycznej w Europie: analiza panelowa z wykorzystaniem modelu grawitacyjnego

Niniejsze badanie analizuje determinanty handlu energią elektryczną w 31 krajach europejskich w latach 2016–2024, wykorzystując model grawitacyjny. Wyróżniono trzy grupy czynników: (1) fundamentalne (produkcja, rezerwy, ceny), (2) infrastrukturalne (odległość, zdolności przesyłowe) oraz (3) polityczne i regulacyjne (emisje CO<sub>2</sub>, struktura miksu energetycznego). Wyniki wskazują, że kluczowe determinanty to rezerwy, ceny energii, zdolności przesyłowe i odległość geograficzna. Zdolności przesyłowe sprzyjają wymianie, natomiast dystans działa ograniczająco, podkreślając regionalny charakter handlu. Wysokie rezerwy w krajach eksportujących zwiększają handel, podczas gdy w krajach importujących go ograniczają. Różnice cenowe odgrywają istotną rolę – wyższe ceny krajowe obniżają konkurencyjność eksportu, podczas gdy wyższe ceny w krajach importujących zwiększają skłonność do zakupu energii z zagranicy. Polityka energetyczna i regulacje, zwłaszcza intensywność emisji CO<sub>2</sub> oraz struktura miksu energetycznego, również wpływają na kierunki przepływów – wyższa emisja CO<sub>2</sub> w krajach importujących sprzyja wzrostowi importu energii, a kraje eksportujące z większym udziałem odnawialnych źródeł energii wykazują większą aktywność handlową. Zaobserwowano sezonowe różnice – wrażliwość na ceny jest silniejsza zimą, a emisje CO<sub>2</sub> mają większe znaczenie latem. Wzorce handlowe różnią się także w zależności od struktury miksu energetycznego poszczególnych krajów.

## Determinants of Electricity Flows Between European Countries: A Panel Gravity Model Approach

This study examines the determinants of electricity trade among 31 European countries from 2016 to 2024 using a gravity model. It categorises these factors into three groups: (1) fundamental determinants (generation, reserves, prices), (2) infrastructure barriers (distance, interconnection capacity), and (3) policy and regulatory influences (CO<sub>2</sub> emissions intensity, electricity mix). The study introduces novel aspects, including seasonal analysis and differentiation between "clean energy" and countries reliant on fossil fuels. Key findings highlight that crucial determinants of electricity trade in Europe include reserves, electricity prices, interconnection capacity, and geographical distance. A positive relationship is observed between interconnection capacity and electricity flows, while a negative correlation exists between geographical distance and electricity exports. This indicates that interconnection capacity and geographical distance are the primary constraints on electricity trade, reinforcing its regional nature. Electricity reserves significantly influence trade; higher reserves in exporters enhance trade, while in importers they reduce it. Price differentials also play a crucial role: higher domestic electricity prices diminish the competitiveness of electricity exports, whereas electricity prices in importing countries have the opposite effect. Policy factors, particularly CO<sub>2</sub> emissions and electricity mix, shape trade flows: higher emissions in importing countries lead to increased electricity imports, while exporters with a greater share of renewables trade

---

<sup>3</sup> Szkoła Doktorska Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie

<sup>4</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

more actively. Seasonal variations are also significant: price sensitivity is stronger in winter, whereas CO<sub>2</sub> intensity has a more pronounced effect in summer. Furthermore, the results reveal differing trade patterns between countries with varying electricity mixes.



Katarzyna Bech-Wysocka<sup>5</sup>, Łukasz Lenart<sup>6</sup>, Monika Naskręcka<sup>7</sup>, Aleksandra Rutkowska<sup>8</sup>, Anna Pajor<sup>9</sup>

## Percepcja inflacji: zniekształcenie perspektywy konsumentów w zakresie postrzegania przeszłych zmian cen

Badania koncentrują się na analizie długookresowych związków pomiędzy postrzeganiem inflacji a raportowaną inflacją w strefie euro. Celem badania jest określenie horyzontu, którego dotyczą zmiany cen zapamiętywane przez respondentów, udzielających odpowiedzi na pytanie o inflację jaka miała miejsce w ciągu ostatnich 12 miesięcy. Rozważane są wybrane okresy od 1 do 36 miesięcy. W badaniu wykorzystano dane kwartalne: zharmonizowane wskaźniki cen konsumpcyjnych (HICP) w strefie euro oraz wyniki badań ankietowych, przeprowadzonych przez European Commission Consumer and Business Survey. Długoterminowe związki analizowane są dla całej grupy respondentów, a także dla grup o najwyższych i najniższych dochodach. Wyniki empiryczne, uzyskane w bayesowskim modelu VAR, sugerują istnienie długookresowego związku między postrzeganiem 12-miesięcznej inflacji a 3-miesięczną stopą inflacji, w przypadku całej analizowanej grupy respondentów oraz podgrupy o najniższych dochodach. Natomiast, dla podgrupy respondentów o najwyższych dochodach wydaje się, że związki między rzeczywistą inflacją a jej percepcją są krótkookresowe.

## Perception of inflation: distortion of consumers' perspective in perceiving the past price changes

This study is focused on the analysis of long-term relationships between actual (officially reported) inflation and inflation perceived by consumers in the euro area. We attempt to identify, which point of time do consumers have typically in mind when asked about price changes over the past 12 months. Possible answers to this question, taken into account in this study, range from 1 to 36 months. The data used are harmonized indicators of consumer prices in the euro area as well as result of surveys, published in the European Commission Consumer and Business Survey.

Long-term relationships are being analyzed jointly for all respondents as well as separately for subgroups with the highest and the lowest income. Empirical results have been obtained with the use of a Bayesian VAR model. They suggest that, for all the respondents as well as for those with the lowest income, long-term relationships do exist between perceived inflation over the past 12 months, and actual (reported) 3-month inflation rate. In turn, it seems that for the group of respondents with the highest income, these relationships are short-term only.

---

<sup>5</sup> Szkoła Główna Handlowa w Warszawie

<sup>6</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

<sup>7</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

<sup>8</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

<sup>9</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie; Uniwersytet Jagielloński

## Ocena efektywności energetycznej krajów UE z wykorzystaniem metody DEA

Badania koncentrujące się na efektywności energetycznej są kluczowe dla osiągnięcia zarówno redukcji emisji dwutlenku węgla, jak i zrównoważonego wzrostu gospodarczego. Jednym z podejść do badania efektywności energetycznej jest analiza intensywności energetycznej, definiowanej jako zużycie energii na jednostkę produkcji (zazwyczaj produktu krajowego brutto). Podejście to jest krytykowane za ignorowanie struktury gospodarki lub klimatu, zakładając tym samym, że produkcja gospodarcza jest jedynym źródłem produktywności. Innym podejściem jest metoda DEA (Data Envelopment Analysis), czyli nieparametryczna metoda programowania liniowego, służąca do pomiaru efektywności wielu jednostek decyzyjnych.

Celem niniejszego badania jest śledzenie ewolucji efektywności środowiskowej w dużych zbiorach krajów w celu oceny potencjału poszczególnych państw do redukcji emisji. Badanie będzie poświęcone analizie zakresu, w jakim dany kraj może ograniczyć swoje emisje bez negatywnego wpływu na gospodarkę.

W przeciwieństwie do większości artykułów, w proponowanej pracy porównane są dwa podejścia do pomiaru emisji CO<sub>2</sub>: rachunkowość oparta na produkcji (PBA) i rachunkowość oparta na konsumpcji (CBA). Rachunkowość oparta na produkcji mierzy emisje CO<sub>2</sub> spowodowane produkcją krajową, w tym eksportem. Podejście to jest szeroko stosowane w globalnych porozumieniach w sprawie zmian klimatu, w tym w Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (UNFCCC) i Protokole z Kioto. Rachunkowość oparta na konsumpcji mierzy emisje CO<sub>2</sub> spowodowane przez towary i usługi na poziomie ich konsumpcji, przypisując w ten sposób emisje do konsumenta końcowego. Tak więc w tym podejściu uwzględnia się emisje spowodowane handlem międzynarodowym, głównie importem z rynków wschodzących (zwłaszcza z Chin). Dwa podejścia rozważane w niniejszym badaniu różnią się istotnie, ponieważ import i eksport dóbr oraz usług związanych z emisją CO<sub>2</sub> ujawniają potencjał międzynarodowego wycieku emisji węglowych.

W referacie tym oprócz typowych dla takich badań zmiennych wejścia do modelu DEA, takich jak: PKB, energia ze źródeł odnawialnych, powierzchnia kraju czy liczba ludności, wykorzystane zostaną także determinanty uzyskane w modelu LMDI: intensywność energetyczna, struktura energetyczna, intensywność węgla, aktywność gospodarcza.

## Assessing Energy Efficiency in EU Countries Using Data Envelopment Analysis (DEA)

Research on energy efficiency is crucial for achieving both carbon emission reductions and sustainable economic growth. One common approach to studying energy efficiency is through energy intensity analysis, which measures energy consumption per unit of output (typically gross domestic product). However, this method is often criticized for overlooking factors such

---

<sup>10</sup> Uniwersytet ekonomiczny w Krakowie

<sup>11</sup> Politechnika Gdańska

as economic structure and climate, as it assumes economic output is the sole driver of productivity. An alternative approach is Data Envelopment Analysis (DEA), a non-parametric linear programming method designed to evaluate the efficiency of multiple decision-making units.

The aim of this study is to track the evolution of environmental efficiency across a broad set of countries, with a focus on assessing individual countries' potential to reduce emissions. Specifically, the research will analyze the extent to which a country can lower its emissions without negatively impacting its economy.

Unlike most studies, this research compares two methodologies for measuring CO<sub>2</sub> emissions: production-based accounting (PBA) and consumption-based accounting (CBA). Production-based accounting measures CO<sub>2</sub> emissions generated by domestic production, including exports. This method is widely adopted in global climate agreements, such as the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) and the Kyoto Protocol. In contrast, consumption-based accounting measures CO<sub>2</sub> emissions associated with goods and services at the point of consumption, thereby attributing emissions to the final consumer. This approach accounts for emissions embedded in international trade, particularly imports from emerging markets like China. The two methodologies differ significantly, as the trade of goods and services involving CO<sub>2</sub> emissions highlights the potential for international carbon leakage.

In addition to standard input variables used in DEA models—such as GDP, renewable energy, land area, and population—this study incorporates determinants derived from the LMDI (Logarithmic Mean Divisia Index) model: energy intensity, energy structure, carbon intensity, and economic activity.

## At Least as Good as Random Search and Often Better: Genetic and Evolutionary Search for Automated Machine and Algorithm Learning

Most recent application papers which use advanced machine learning methods in the social, economic and management sciences still favor grid search and manual search for hyperparameter tuning and model selection. It is common knowledge that random search is better than grid or manual search in machine learning. However, despite massive empirical evidence, a formal proof is missing. In this contribution we prove that random search is more efficient than grid search and that genetic and evolutionary search is at least as efficient as random search:

1. Random search is an optimal minimax procedure in the case that no useful information is available.
2. We define a fitness measure which combined with elitism guarantees that genetic and evolutionary search is at least as good as random search.

---

<sup>12</sup> Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

Andreas Geyer-Schulz<sup>13</sup>

## Scalable Automated Machine and Algorithm Learning with the R-package xega - A Tutorial.

The R-package xega is a highly configurable implementation of a large family of evolutionary computation algorithms with multiple genome representations and with seamless support for distributed and parallel processing. At the moment, the following gene representations are supported: Binary genes, integer genes, real genes, and derivation tree genes.

The package provides a common framework for genetic algorithms with binary genes (sga), genetic differential evolution algorithms (sgde), genetic algorithms with integer permutations (sgPerm), grammar-based genetic programming algorithms (sgp), and grammatical evolution algorithms (sge).

In its current version, xega allows a user to configure more than 64 million variants of algorithms. In the tutorial we cover the use of xega for hyperparameter tuning, automated machine learning and algorithm selection.

---

<sup>13</sup> Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

## Wpływ zaostrzenia prawa aborcyjnego na dzietność w Polsce

Problematyka niskiej dzietności jest kluczowa dla każdego państwa, wpływa na strukturę demograficzną społeczeństwa, prowadząc do starzenia się populacji. Mniejsza liczba urodzeń oznacza niedobór siły roboczej, spadek produktywności, wzrost wydatków na opiekę zdrowotną oraz problemu z finansowaniem systemu emerytalnego. Jednym z czynników, które mogą wpływać na decyzje prokreacyjne kobiet jest kształt obowiązującego w danym państwie prawa aborcyjnego.

Zasadniczym celem przeprowadzonego badania jest zweryfikowanie czy oraz w jakim stopniu zaostrzenie prawa aborcyjnego w Polsce, które miało miejsce w 2020 roku, wpłynęło na dzietność. W analizie empirycznej wykorzystano rozszerzoną metodę syntetycznej kontroli (ang. augmented synthetic control method). Analizę przeprowadzono dla współczynnika dzietności całkowitej oraz współczynników dzietności z uwzględnieniem różnego wieku kobiet. Uzyskane wyniki potwierdzają, iż zaostrzenie prawa aborcyjnego przyczyniło się do zmniejszenia dzietności w Polsce. Skala tego zjawiska jest uzależniona od wieku kobiet oraz statusu ich związku.

## The impact of tightening abortion laws on fertility in Poland

The issue of low fertility is crucial for any country, affecting the demographic structure of society, leading to an aging population. A lower birth rate means a labour shortage, a drop in productivity, an increase in health care expenses and a problem with financing the pension system. One of the factors that can influence women's procreation decisions is the shape of a country's abortion law.

The main objective of the study conducted is to verify whether and to what extent the tightening of abortion laws in Poland, which took place in 2020, has affected fertility rates. The empirical analysis used the augmented synthetic control method. The analysis was carried out for total fertility rates and fertility rates with different ages of women. The results confirm that the tightening of abortion laws has contributed to a decrease in fertility in Poland. The scale of this phenomenon depends on the age of women and their relationship status.

---

<sup>14</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

## Wykorzystanie nieliniowych modeli ACV z parametrycznym komponentem sezonowym w strategii handlowej typu VWAP

Among a variety of algorithmic trading strategies, the Volume Weighted Average Price (VWAP) one is the most popular due to its operational simplicity. The VWAP trading strategy's goal is to split large orders into smaller size orders and to execute them during the trading day to achieve an average price that is close to the VWAP (a benchmark price which is calculated at the end of a trading day as the ratio of the sum of the intraday transaction prices multiplied by the corresponding volumes to the total daily volume). Moreover, it is interesting to note that the VWAP strategy needs to be based on accurate intraday volume point forecasts because accurate intraday volume predictions are crucial to accomplish the VWAP strategy's goal. More accurate predictions result in a better executed VWAP and lower execution risk. Therefore, the ability to produce accurate intraday volume forecasts can improve VWAP-based trading algorithms.

The aim of this research is to empirically evaluate the accuracy of intraday volume point forecasts obtained from alternative nonlinear ACV models in terms of a dynamic VWAP trading strategy. In this study – what is extremely important – both the seasonal components and the parameters of the ACV models are jointly estimated in a one-step estimation procedure. These models are compared to ACV models estimated in a two-step estimation approach, in which the seasonal component is modelled non-parametrically in the first step. Moreover, the ACV models are benchmarked against the naïve method and the Rolling Means technique. An empirical study is performed for 10-minute volume data from selected stock markets.

JEL Classifications: C50, C58, C11, C22, G12

Keywords: trading volume, ACV model, intraday data, VWAP, trading strategy

### Non-linear ACV models with the parametric seasonal component for a VWAP trading strategy

Among a variety of algorithmic trading strategies, the Volume Weighted Average Price (VWAP) one is the most popular due to its operational simplicity. The VWAP trading strategy's goal is to split large orders into smaller size orders and to execute them during the trading day to achieve an average price that is close to the VWAP (a benchmark price which is calculated at the end of a trading day as the ratio of the sum of the intraday transaction prices multiplied by the corresponding volumes to the total daily volume). Moreover, it is interesting to note that the VWAP strategy needs to be based on accurate intraday volume point forecasts because accurate intraday volume predictions are crucial to accomplish the VWAP strategy's goal. More accurate predictions result in a better executed VWAP and lower execution risk. Therefore, the ability to produce accurate intraday volume forecasts can improve VWAP-based trading algorithms.

The aim of this research is to empirically evaluate the accuracy of intraday volume point forecasts obtained from alternative nonlinear ACV models in terms of a dynamic VWAP trading strategy. In this study – what is extremely important – both the seasonal components and the

---

<sup>15</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

parameters of the ACV models are jointly estimated in a one-step estimation procedure. These models are compared to ACV models estimated in a two-step estimation approach, in which the seasonal component is modelled non-parametrically in the first step. Moreover, the ACV models are benchmarked against the naïve method and the Rolling Means technique. An empirical study is performed for 10-minute volume data from selected stock markets.

JEL Classifications: C50, C58, C11, C22, G12

Keywords: trading volume, ACV model, intraday data, VWAP, trading strategy



## Potencjał lokalnych rynków pracy w Polsce

Związki między, płacami, zatrudnieniem i bezrobociem są zawsze aktualnymi tematami badawczymi. W obliczach różnego rodzaju kryzysów, postępujących zmian strukturalnych, badania te wydają się mieć istotne znaczenie i zyskują kolejne wymiary. Nie ulega wątpliwości, że niedostateczne wykorzystanie zasobów pracy jest jednym z najpoważniejszych i najważniejszych problemów społeczno-gospodarczych, który powinien zostać rozwiązany.

Celem artykułu jest ocena potencjału ekonomicznego oraz siły roboczej dla powiatowych rynków pracy oraz identyfikacja zależności przestrzennych pomiędzy tymi lokalizacjami w Polsce w 2022 r. w skali całego kraju. Badaniem objęto 380 obiektów przestrzennych. W ocenie poziomu potencjałów ekonomicznego i siły roboczej wykorzystano podejście Duttona, który wprowadził pojęcie ilorazu potencjałów do badań geograficznych. W ramach prowadzonych rozważań zestawiono poziomy powiatowych przeciętnych miesięcznych wynagrodzenia brutto w gospodarce narodowej z zasobami pracujących oraz bezrobotnych, przy założeniu, że zasoby będą charakteryzowały się różnym poziomem potencjałów ekonomicznego i siły roboczej. W ocenie intensyfikacji oddziaływań pomiędzy jednostkami przestrzennymi wykorzystano zgodnie z Pierwszym Prawem Geografii Toblera, macierz wag przestrzennych I stopnia w konfiguracji królowej. Uzyskane wskazania poziomów potencjałów następnie poddano ocenie zmienności rozkładu w Polsce za pomocą odległości Hellingera, dla określenia stabilności sytuacji na lokalnym rynku pracy. Podsumowanie analiz stanowiła identyfikacja zależności w przestrzennych rozkładach poziomu potencjałów ze wskazaniem klastrów podobnego poziomu potencjału za pomocą statystyki I Morana w ujęciu globalnym i lokalnym.

## The potential of local labour markets in Poland

The relationship between, wages, employment and unemployment are always relevant research topics. In the face of various types of crises, of ongoing structural changes, this research seems to be relevant and gains additional dimensions. There is no doubt that the inadequate use of labour resources is one of the most serious and important socio-economic problems to be solved. The aim of this paper is to assess economic and labour force potentials for district labour markets and to identify spatial relationships between these locations in Poland in 2022 on a national scale. The study covered 380 spatial objects. The assessment of economic and labour force potential levels used the approach of Dutton's, who introduced the concept of potential quotient to geographical research. The considerations carried out juxtaposed the levels of county average monthly gross wages and salaries in the national economy with the stock of employed and unemployed people, assuming that the stock would be characterised by different levels of economic and labour force potentials. In assessing the intensification of interactions between spatial units, a matrix of spatial weights of the first degree in the queen configuration was used, according to Tobler's First Law of Geography. The obtained indications of potential levels were then subjected to an assessment of the variability of the distribution in Poland using Hellinger distances to determine the stability of the local labour market situation. The analyses were summarised by identifying dependencies in spatial distributions of potential levels with

---

<sup>16</sup> Uniwersytet Łódzki

an indication of clusters of similar potential levels using I Moran's statistics in global and local terms.

## Triada deprivacji: ubóstwo, ubóstwo energetyczne i zdrowie w Europie Środkowo-Wschodniej - wnioski z modelowania równań strukturalnych

Ubóstwo jest zjawiskiem wielowymiarowym, obejmującym aspekty ekonomiczne, materialne, społeczne i zdrowotne. Dotychczasowe badania wskazują na istnienie silnych powiązań między różnymi wymiarami ubóstwa, jednak brakuje kompleksowych analiz uwzględniających ubóstwo energetyczne i jego powiązań w kontekście Europy Środkowo-Wschodniej po kryzysie energetycznym wywołanym wojną w Ukrainie. Punktem wyjścia badania jest heterogeniczność ubóstwa energetycznego w różnych krajach, co oznacza, że jego przejawy i konsekwencje mogą się istotnie różnić w zależności od specyfiki danego państwa. Celem niniejszego badania jest analiza relacji między ubóstwem energetycznym, dochodowym i zdrowotnym z wykorzystaniem modelowania równań strukturalnych (SEM) oraz określenie różnic między poszczególnymi krajami. Analiza zostanie przeprowadzona na podstawie danych z Europejskiego Badania Warunków Życia Ludności (EU-SILC) z 2023 roku, obejmujących gospodarstwa domowe z krajów Europy Środkowo-Wschodniej. W badaniu wyróżnione zostaną trzy zmienne ukryte: ubóstwo energetyczne, dochodowe i zdrowotne, opisane za pomocą szeregu zmiennych obserwowalnych. Badanie wypełnia istotną lukę w literaturze naukowej, ponieważ dotychczasowe analizy nie uwzględniały kontekstu krajów Europy Środkowo-Wschodniej w najnowszym okresie kryzysowym. Uzyskane wyniki badania pozwolą lepiej zrozumieć wzajemne oddziaływanie wymiarów ubóstwa oraz ich zróżnicowanie między krajami, co może mieć kluczowe znaczenie dla opracowania przyszłych strategii walki z ubóstwem w Europie.

## The Triad of Deprivation: Poverty, Energy Poverty and Health in Central and Eastern Europe - Insights from Structural Equation Modeling

Poverty is a multidimensional phenomenon encompassing economic, material, social, and health-related aspects. Existing research highlights strong interconnections between different dimensions of poverty, however comprehensive analyses that incorporate energy poverty and its interrelations in the context of Central and Eastern Europe remain scarce, particularly in the aftermath of the energy crisis triggered by the war in Ukraine. The starting point of this study is the heterogeneity of energy poverty across different countries, implying that its manifestations and consequences may vary significantly depending on national contexts. The aim of this research is to analyse the relationships between energy, income, and health-related poverty using Structural Equation Modeling (SEM) and the examination of cross-country differences. The analysis will be based on data from the 2023 European Union Statistics on Income and Living Conditions (EU-SILC), covering households in Central and Eastern European countries. The study will focus on three latent variables: energy poverty, income poverty, and health-related poverty, each represented by a set of observable indicators. This study addresses a significant gap in the scientific literature, as previous analyses have largely

---

<sup>17</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

<sup>18</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

overlooked the context of Central and Eastern European countries during the recent crisis period. The findings of this research will provide a deeper understanding of the interrelations between different dimensions of poverty and their variations across countries, which may be crucial for the development of future poverty alleviation strategies in Europe.

## Splątanie nierównościowe; teoria i pomiar

W artykule zakłada się dwa rodzaje decydentów społecznych:  $SD_\epsilon$  - niechętnych nierównościom dochodowym charakteryzowanym normatywnym parametrem  $\epsilon$  oraz  $SD_v$  - niechętnych nierównościom rangowym charakteryzowanym normatywnym parametrem  $v$ . Ponieważ każdy członek społeczeństwa może spełniać rolę decydenta społecznego to może istnieć tyle poziomów  $\epsilon$  i  $v$  ilu członków społeczeństwa. To rodzi pytanie jakie poziomy  $\epsilon$  i  $v$  są sensowne etycznie dla prowadzenia empirycznych studiów nad dobrobytem. Niniejszy artykuł oferuje odpowiedź na to pytanie wprowadzając koncepcję nierównościowego splątania  $SD_\epsilon$  i  $SD_v$ .

## The -inequality entanglement; the theory and measurement

This paper assumes two kinds of social decedents: averters to income inequality  $SD_\epsilon$ , characterised by the normative parameter  $\epsilon$  and averters to rank inequality  $SD_v$  characterised by the normative parameter  $v$ . As every member of society may play the role of a social decedent, there could be as many levels of  $\epsilon$  and  $v$  as society members. It raises the question of which ranges of  $v$  and  $\epsilon$  values are ethically sensible when conducting empirical welfare studies. This paper proposes an answer to this question by introducing the concept of inequality-entangled  $SD_v$  and  $SD_\epsilon$ .

---

<sup>19</sup> Politechnika Gdańska

## Modelowanie produkcji energii wiatrowej w kontekście zapewnienia optymalizacji miksu energetycznego na przykładzie Polski

W ostatnich latach rozpowszechniła się w Polsce produkcja energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii. Szczególnie widoczne jest to w zakresie fotowoltaiki oraz turbin wiatrowych. Produkcja energii elektrycznej z OZE stanowić powinna znaczny udział w miksie energetycznym gospodarki Polski. W związku z powyższym uzasadnione jest podjęcie tematu analiz ilościowych produkcji energii elektrycznej z OZE. W artykule przeprowadzono analizę produkcji energii wiatrowej.

Celami artykułu są modelowanie i prognozowanie produkcji energii elektrycznej z wiatru w Polsce, identyfikacja okresów niedoborów i nadprodukcji wiatrowej energii na przestrzeni roku, propozycja sposobu zarządzania miksem energetycznym na poziomie krajowym w kontekście bezpieczeństwa energetycznego Państwa.

W związku z przyjętym celem omówiona zostanie metodyka modelowania miesięcznej produkcji energii elektrycznej z wiatru. Następnie przedstawione zostaną dane, specyfikacja trendowo – sezonowego modelu ekonometrycznego oraz wyniki estymacji parametrów tego modelu. Na podstawie przeprowadzonych szacunków wskazane zostaną okresy nadprodukcji i niedoborów w zakresie wytwarzania energetyki wiatrowej. Pozwoli to na skonstruowanie propozycji rekomendacji dotyczących zarządzania miksem energetycznym Polski.

## Wind energy production modeling in the context of ensuring optimization of the energy mix on the example of Poland

In recent years, electricity generation from renewable energy sources has become widespread in Poland. This is particularly evident in photovoltaics and wind turbines. Electricity production from RES should account for a significant share in the energy mix of the Polish economy. Therefore, it is justified to take up the topic of quantitative analysis of electricity production from RES. The article analyzes wind energy production.

The objectives of the article are to model and forecast the production of electricity from wind in Poland, to identify periods of shortage and overproduction of wind energy over the year, to propose a way to manage the energy mix at the national level in the context of national energy security.

In connection with the adopted goal, the methodology for modeling monthly wind power production will be discussed. Then the data, the specification of the trend-seasonal econometric model and the results of the estimation of the parameters of this model will be presented. Based on the estimates, periods of overproduction and shortage of wind power generation will be identified. This will allow the construction of proposals for recommendations for the management of Poland's energy mix.

---

<sup>20</sup> Politechnika Gdańska

<sup>21</sup> Politechnika Gdańska

## Przykłady zastosowania automatycznej procedury uśredniania modeli wektorowej autoregresji w gretlu

W referacie zostanie przedstawiona implementacja automatycznej procedury uśredniania modeli wektorowej autoregresji (VAR) w oprogramowaniu gretl. W koncepcji uśredniania modeli, do wnioskowania dopuszczana jest większa liczba specyfikacji, a następnie dokonywane jest uśrednianie wyników na podstawie wielu modeli. Wynikiem działania procedury są takie miary jak prawdopodobieństwa modeli (posterior model probability) oraz prawdopodobieństwo włączenia zmiennej do modelu (posterior inclusion probability). Wyznaczane są również prognozy oraz odpowiedzi funkcji impulsowych, które bazują nie jednym modelem, lecz na łączeniu wiedzy z wielu potencjalnych specyfikacji.

Implementacja tej koncepcji została zrealizowana w oprogramowaniu gretl. Prezentacja działania procedury oraz interpretacja uzyskanych wyników zostanie przedstawiona na przykładach empirycznych.

## Empirical application of the automatic procedure of vector autoregressive averaging in gretl

The presentation will show an implementation of an automatic vector autoregressive (VAR) model averaging procedure in gretl software. In the model averaging concept, a larger number of specifications are allowed for inference, and then the results are averaged based on multiple models. The procedure outcomes are such measures as: posterior model probability and the probability of inclusion of a variable in a model (posterior inclusion probability). Forecasting and impulse response functions are also determined and are based not on a single model but on combining knowledge from multiple potential specifications.

The implementation of this concept is realized in gretl software. A presentation of the procedure's functionality and interpretation of the obtained results will be illustrated by empirical examples.

---

<sup>22</sup> Uniwersytet WSB Merito w Toruniu

<sup>23</sup> Uniwersytet WSB Merito w Toruniu

<sup>24</sup> Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Łukasz Lenart<sup>25</sup>, Katarzyna Bech-Wysocka<sup>26</sup>, Monika Naskręcka<sup>27</sup>, Anna Pajor<sup>28</sup>,  
Aleksandra Rutkowska<sup>29</sup>

## Analiza rozbieżności w postrzeganiu inflacji pomiędzy kobietami a mężczyznami w wybranych krajach europejskich

Jak wskazują dotychczasowe badania kobiety wykazują skłonność do silniejszego przeszacowywania wskaźnika inflacji niż mężczyźni. Celem naszych badań jest szczegółowa analiza dynamiki tego zjawiska w czasie i jego zależności od poziomu samej inflacji, w wybranych krajach europejskich. Podjętej przez nas analizie podlegają oficjalne miesięczne mierniki postrzegania inflacji (inaczej percepcji inflacji) wśród populacji kobiet oraz mężczyzn w 22 krajach europejskich, wraz z UE oraz EA, w okresie pomiędzy 2001 a 2022 rokiem. Analizowany przez nas proces, nazwany luką płciową w postrzeganiu inflacji, wyznaczamy na bazie tych danych jako bezpośrednia różnica w danym miesiącu w postrzeganiu inflacji dla kobiet i mężczyzn. Przeprowadzone analizy wskazują na istotnie dodatnią wartość przeciętną tej luki dla wszystkich analizowanych krajów. Dla przeważającej większości analizowanych krajów zastosowane podejście modelowe wskazuje na istotny związek pomiędzy dynamiką uwzględnionego w analizie wskaźnika inflacji a dynamiką luki płciowej w postrzeganiu inflacji.

## Analysis of Differences in Inflation Perception Between Women and Men in Selected European Countries

Literature indicates that women tend to overestimate the inflation rate more than men. The aim of our study is to conduct a detailed analysis of the dynamics of this phenomenon over time and its relationship with the actual inflation level in selected European countries. Our analysis focuses on official monthly indicators of perceived inflation among women and men in 22 European countries, as well as in the European Union and the Euro Area, over the period from 2001 to 2022. The process we examine, referred to as the perceived inflation gender gap (PIGG), is defined as the direct difference in monthly perceived inflation between women and men based on these statistics. Our findings show a significantly positive average value of PIGG across all analyzed countries. Furthermore, for most of the examined countries, our modeling approach indicates a significant relationship between the dynamics of the inflation rate and the dynamics of PIGG.

---

<sup>25</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

<sup>26</sup> Szkoła Główna Handlowa w Warszawie

<sup>27</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

<sup>28</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie; Uniwersytet Jagielloński

<sup>29</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu



## The role of eco-mechanisms within economic evolution

Organizacje ekologiczne podkreślają konieczność takiej organizacji procesów gospodarczych, która nie będzie wpływać na pogorszenie kondycji środowiska naturalnego. Mimo, że wiele firm wdraża ekologiczne rozwiązania, toksyczne substancje są znajdowane na nielegalnych wysypiskach. Stale zwiększa się też zanieczyszczenie powietrza i wody. Dodatkowo, w sklepach oferowane są produkty niezdrowe lub zawierające szkodliwe składniki (np. żywność, czy środki czyszczące), których konsumpcja przyniesie negatywne skutki w przyszłości. Zatem jest całkiem spora grupa nieekologicznych producentów i konsumentów, którzy nie dbają o to, jaki wpływ ma ich działanie na środowisko naturalne. Trudno jest stwierdzić, jak wiele szkodliwych technologii jest wykorzystywanych i ile szkodliwych substancji trafia do środowiska, ponieważ podmioty nieekologiczne często starają się ukryć te swoje zachowania, które są szkodliwe dla ludzi, zwierząt i roślin.

W tym kontekście, w części teoretycznej zajmiemy się modelowaniem mechanizmów skutkujących zmianami korzystnymi dla środowiska. Skoncentrujemy się na analizie dwóch rodzajów procesów: eliminowania lub ograniczania ilości szkodliwych towarów emitowanych do środowiska przez producentów. Wstępne wyniki teoretyczne dotyczące badania zachęt dla podmiotów gospodarczych w mechanizmach skutkujących zmianami korzystnymi dla środowiska można znaleźć w pracy (Lipieta & Lipieta 2023). W części empirycznej zilustrujemy omawiane zagadnienia dla gospodarki Polski z wykorzystaniem danych GUS.

## Rola eko-mechanizmów w ewolucji gospodarki

Environmental organizations emphasize the necessity of conducting production activities that do not affect the deterioration of the natural environment. Despite the fact that many companies implement ecological solutions, toxic substances are found in illegal landfills. Air and water pollution is constantly increasing. Additionally, stores offer unhealthy products or products containing harmful ingredients (e.g. food or detergents), the consumption of which will bring negative effects in the future. Thus, there is quite a large number of non-ecological market participants who do not care about the impact of their actions on the natural environment. It is difficult to estimate how many noxious technologies are used, and harmful commodities are released into the environment because the non-ecological agents often try to hide their behaviors that are harmful to people, animals and plants.

In this context, the theoretical part of our presentation is devoted to modeling the mechanisms resulting in changes beneficial to the environment. In our research, we focus on analyzing two kinds of processes: eliminating or reducing harmful commodities or technologies from producer activities. Some preliminary results on the incentives for economic agents in mechanisms resulting in changes beneficial for the natural environment can be found in (Lipieta & Lipieta, 2023). In the empirical part, we illustrate the discussed issues for the Polish economy, using data from the BDL website.

---

<sup>30</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

<sup>31</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

## Czy starzenie się społeczeństwa ma wpływ na transmisję płacy minimalnej na inflację?

W pracy badamy w jaki sposób zachodzące zmiany demograficzne (spadek wielkości siły roboczej, jak również zmiany struktury zasobu osób w wieku produkcyjnym) wpływają na transmisję płacy minimalnej na inflację. Wzrost płacy minimalnej może przekładać się na wzrost cen towarów i usług i tym samym przyspieszać procesy inflacyjne. W badaniu wykorzystujemy koncepcję krzywej Phillipsa rozszerzonej o zmienne demograficzne i metody estymacji danych panelowych. Próba badawcza obejmuje 21 państw Unii Europejskiej, w których płaca minimalna ustalona jest na poziomie krajowym. Badany okres to lata 2003-2023.

Wyniki badania wskazują, że siła wpływu płacy minimalnej na inflację zależy od czynników demograficznych. Starzenie się siły roboczej (mierzone udziałem osób w wieku 45-64 lata w ogóle ludności w wieku produkcyjnym), jak też spadek jej rozmiarów osłabia wpływ wzrostu płacy minimalnej na inflację. Z kolei niższy odsetek słabiej wykształconej populacji w wieku produkcyjnym wzmacnia transmisję wzrostu płacy minimalnej na inflację. Nasze wyniki mają istotne znaczenie dla polityki makroekonomicznej, polityki rynku pracy i edukacji.

### Does aging matter in the impact of the minimum wage on inflation?

We examine how demographic changes impact the transmission of minimum wage increases to inflation. The minimum wage growth can raise the prices of goods and services and accelerate inflationary processes. At the same time, a shrinking workforce and changes in its structure could lead to changes in the impact of minimum wage increases on the economy. We use the minimum wage augmented Phillips curve framework extended with the demographic variables. We employ the sample of 21 European Union countries in 2003-2023 and panel data techniques.

Our study proves that the strength of the minimum wage pass-through effects on inflation depends on demographic factors. Aging of the workforce and shrinking workforce size weakens the impact of minimum wage increase on inflation. Contrary, a lower proportion of the less educated working-age population strengthens the minimum wage pass-through effects on inflation. Our results have important implications for macroeconomic, minimum wage, and education policies.

---

<sup>32</sup> Uniwersytet Łódzki

<sup>33</sup> Uniwersytet Jagielloński

## Zmiany liczby urodzeń w Europie podczas pandemii COVID-19

Pandemia COVID-19 spowodowała w latach 2020–2023 wiele negatywnych konsekwencji na całym świecie. Badacze skupili się głównie na wpływie pandemii na śmiertelność populacji, a znacznie mniej uwagi poświęcono wpływowi pandemii na płodność. Różnego rodzaju kryzysy takie jak wojny czy epidemie są źródłem głębokich przeobrażeń nie tylko w dziedzinie stosunków politycznych i gospodarczych, lecz również w sferze zjawisk demograficznych, podczas których podstawowe procesy ludnościowe ulegają pewnym zniekształceniom, a mechanizm ich oddziaływania w literaturze opisano już dawno. Dlatego celem badania jest odpowiedź na pytanie, w jakim stopniu epidemia Covid19 i ograniczenia wprowadzane przez rządy podczas lockdownów wpłynęły w krajach Europy na zmiany w liczbie urodzeń.

W badaniu ustalono, że w wielu krajach Europy spadek płodności wyraźnie przyspieszył podczas pandemii Covid-19 względem wcześniej obserwowanego trendu. Zmiany te wyraźnie korelują z wprowadzaniem ograniczeń i restrykcjami podczas tzw. lockdownów – oczywiście z 9-miesięcznym opóźnieniem. Z kolei od połowy 2022 roku spadek płodności utrwalił się i znacznie przyspieszył względem dotychczasowego trendu spadkowego, co wskazuje na pojawienie się też nowych czynników oddziałujących na płodność innych niż pandemia Covid-19. W badaniu ustalono, że w wielu krajach Europy od połowy 2022 roku spadek płodności wyraźnie koreluje z inflacją z 9-miesięcznym opóźnieniem. Dlatego wydaje się, że obserwowane np. w 2023 roku spadki liczby urodzeń poniżej długoterminowych trendów były spowodowane ograniczeniem płodności w związku z kryzysem gospodarczym.

## Changes in birth rates in Europe during the COVID-19 pandemic

The COVID-19 pandemic caused many negative consequences worldwide between 2020 and 2023. Researchers have mainly focused on the impact of the pandemic on population mortality, and much less attention has been paid to the impact of the pandemic on fertility. Crises of various kinds, such as wars or epidemics, are a source of profound transformations not only in the field of political and economic relations, but also in the sphere of demographic phenomena, during which basic population processes undergo certain distortions, and the mechanism of their impact has long been described in the literature. Therefore, the aim of the study is to answer the question to what extent the Covid19 epidemic and the restrictions imposed by governments during lockdowns have affected changes in birth rates in European countries.

The study found that in many European countries, fertility decline clearly accelerated during the Covid-19 pandemic relative to the previously observed trend. These changes clearly correlate with the restrictions and limitations put in place during the so-called lockdowns - obviously with a 9-month lag. In contrast, from mid-2022 onwards, the decline in fertility has consolidated and significantly accelerated relative to the previous downward trend, indicating that new factors affecting fertility other than the Covid-19 pandemic have also emerged. The study found that in many European countries from mid-2022 onwards, the decline in fertility clearly correlates with inflation with a 9-month lag. Therefore, it appears that the declines in

---

<sup>34</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

birth rates below long-term trends observed in 2023, for example, were due to reduced fertility due to the economic crisis.

## Prognozowanie upadłości przedsiębiorstw: przegląd publikacji naukowych z lat 1968-2024

Prognozowanie upadłości przedsiębiorstw cieszy się nieustająco zainteresowaniem badaczy i praktyków gospodarczych. Literatura naukowa na ten temat jest bardzo obszerna. Wyniki wstępnej analizy bibliometrycznej publikacji naukowych na temat prognozowania upadłości przedsiębiorstw zostały przedstawione na 30. Polsko-Słowacko-Ukraińskim Seminarium Naukowym, które odbyło się w Krakowie w dniach 24-25 października 2024 roku. W zasadniczej analizie (tj. poszerzonej i pogłębionej w porównaniu ze wstępną analizą) wykorzystano wnioski z dyskusji nad referatem. Celem proponowanego referatu jest przedstawienie wyników zasadniczej analizy bibliometrycznej publikacji naukowych dotyczących prognozowania upadłości przedsiębiorstw z lat 1968-2024, tj. od Altmana do dzisiaj. Źródłem danych była baza Scopus. Obliczenia i rysunki zostały wykonane w programie R z wykorzystaniem pakietu 'bibliometrix'. Omówione zostaną także zalety i wady analizy bibliometrycznej opartej na bazie Scopus i prowadzonej z wykorzystaniem wymienionego pakietu oraz przedstawione zostanie podsumowanie analizy szczegółowej najczęściej cytowanych prac dotyczących prognozowania upadłości przedsiębiorstw.

### Bibliografia:

- Aria, M. & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975.
- Pawełek, B. & Sadko, M. (2024). *Bankruptcy prediction: bibliometric analysis of publications in the Scopus database*. Presentation at the 30th Polish-Slovak-Ukrainian Scientific Seminar on "Statistical Methods in Modern Society: Theory and Applications", 24th–25th October, 2024, Krakow, Poland.

## Corporate bankruptcy prediction: a review of academic publications from 1968 to 2024

Corporate bankruptcy prediction is of continuing interest to researchers and business practitioners. The scientific literature on this topic is very extensive. We presented the results of the preliminary bibliometric analysis of scientific publications on corporate bankruptcy prediction at the 30th Polish-Slovak-Ukrainian Scientific Seminar, held in Krakow on October 24-25, 2024. In the essential analysis (i.e., expanded and deepened compared to the preliminary analysis), we used the conclusions of the paper's discussion. The purpose of the proposed paper is to present the results of the essential bibliometric analysis of scientific publications on corporate bankruptcy prediction from 1968-2024, i.e. from Altman to today. The source of the data was the Scopus database. We performed the calculations and figures in R using the 'bibliometrix' package. We will also discuss the advantages and disadvantages of bibliometric analysis based on the Scopus database and conducted using the mentioned package and provide a summary of the detailed analysis of the most frequently cited papers on corporate bankruptcy prediction.

### References:

---

<sup>35</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

<sup>36</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

- Aria, M. & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975.
- Pawełek, B. & Sadko, M. (2024). *Bankruptcy prediction: bibliometric analysis of publications in the Scopus database*. Presentation at the 30th Polish-Slovak-Ukrainian Scientific Seminar on “Statistical Methods in Modern Society: Theory and Applications”, 24th–25th October, 2024, Krakow, Poland.

## Modelowanie miesięcznej produkcji energii fotowoltaicznej w kontekście analizy szeregów czasowych

Tematyka artykułu dotyczy zjawiska produkcji energii fotowoltaicznej w Polsce. W większości krajów obserwuje się systematyczny i dynamiczny wzrost produkcji energii słonecznej, co przekłada się na wzrost udziału tego rodzaju energii odnawialnej w miksie energetycznym. Należy zauważyć, że szczególnie na poziomie lokalnym kluczowym elementem rozwoju OZE jest właśnie zjawisko prosumpcji energii, gdzie prosumentami energii mogą być zarówno gospodarstwa domowe, jak i spółdzielnie oraz przedsiębiorstwa.

Rozważając zagadnienie rozwoju energetyki słonecznej i związany z nim problem kompleksowego zarządzania miksem energetycznym, autorzy postawili sobie trzy cele badawcze. Pierwszym celem jest przeprowadzenie modelowania i prognozowania produkcji energii na przykładzie rozwoju rynku fotowoltaicznego w Polsce. Drugi cel zakłada przeprowadzenie identyfikacji okresów niedoborów i nadprodukcji energii elektrycznej z ogniw fotowoltaicznych, natomiast trzeci cel zakłada opracowanie propozycji sposobu zarządzania miesięczną produkcją energii słonecznej w ujęciu rocznym.

Realizacja celów pozwoliła autorom na zaproponowanie oryginalnej metody modelowania miesięcznej produkcji energii słonecznej w oparciu o model z trendem i multiplikatywną sezonowością. Identyfikacja okresów niedoborów i nadprodukcji energii słonecznej dała możliwość lepszego zrozumienia zagadnień związanych z zarządzaniem produkcją energii słonecznej w ujęciu rocznym.

## Modeling monthly photovoltaic energy production in the context of time series analysis

The subject of the article concerns the phenomenon of the photovoltaic energy production in Poland. In most countries there is a systematic and dynamic growth of solar energy production, which translates into an increase in the share of this type of renewable energy in the energy mix. It should be noted that, especially at the local level, a key element in the development of RES is precisely the phenomenon of prosumption of energy, where energy prosumers can be households, as well as cooperatives and enterprises.

In considering the issue of solar energy development and the related problem of comprehensive management of the energy mix, the authors set three research objectives. The first objective is to carry out modeling and forecasting of the energy production on the example of the development of the photovoltaic market in Poland. The second objective assumes the performance of identification of periods of shortages and overproduction of photovoltaic electricity, while the third objective assumes the development of a proposal on how to manage the monthly solar energy production on a yearly basis.

---

<sup>37</sup> Politechnika Gdańska

<sup>38</sup> Politechnika Gdańska

The realization of the objectives allowed the authors to propose an original method of modeling monthly solar energy production on the basis of a model with trend and multiplicative seasonality. The identification of periods of solar energy shortages and overproduction provided the opportunity to better understand the issues related to the management of solar energy production on an yearly basis.



## Wykrywanie toxic flow na nieregulowanych rynkach kryptowalut z wykorzystaniem miary VPIN opartej na danych o rzeczywistym kierunku transakcji

W badaniach zastosowano miarę VPIN (Volume-Synchronized Probability of Informed Trading) do wykrywania zjawiska "toxic flow" na nieregulowanych rynkach kryptowalut. Toxic flow odnosi się do sytuacji, w której jedna strona transakcji posiada przewagę informacyjną, co może prowadzić do niestabilności rynku. Tradycyjna miara VPIN została zaadaptowana do rynku kryptowalut poprzez wykorzystanie danych o rzeczywistym kierunku transakcji. Analiza opiera się na danych wysokiej częstotliwości o transakcjach z rynków kryptowalut. Wyniki wskazują, że VPIN skutecznie identyfikuje okresy zwiększonego ryzyka informacyjnego i może służyć jako narzędzie ostrzegawcze dla uczestników rynku, a w szczególności dla animatorów, co pozwala na dostosowywanie strategii i ograniczanie ryzyka strat.

### Detection of Toxic Flow on Unregulated Cryptocurrency Markets Using VPIN Measure Based on Actual Trade Direction Data

This study applies the VPIN (Volume-Synchronized Probability of Informed Trading) measure to detect toxic flow phenomena in unregulated cryptocurrency markets. Toxic flow refers to situations where one party to a transaction possesses informational advantage, potentially causing market instability. The traditional VPIN measure has been adapted to cryptocurrency markets by incorporating actual trade direction data. The analysis utilizes high-frequency trading data from cryptocurrency markets. Results indicate that VPIN effectively identifies periods of increased informational risk and can serve as an early warning tool for market participants, particularly market makers, enabling strategy adjustments and mitigation of potential losses.

---

<sup>39</sup> Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, Empirica Sp. z o.o.

<sup>40</sup> Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, Empirica Sp. z o.o.

<sup>41</sup> Empirica Sp. z o.o.

## Multi-criteria optimization with data envelopment analysis

Pareto efficiency, a concept widely used in economics, represents an economic situation in which it is impossible to make one side better without making the other side worse [1]. Pareto efficiency can be depicted graphically to more easily demonstrate the production possibility frontier (surface). The production possibility frontier (surface) is all possible combinations of resources that produce market efficiency. Combinations that are not on the production possibility frontier are inefficient because additional resources can be allocated. If the production possibility frontier (surface) is convex or concave and we can represent the resources of the parties as outputs and inputs, we can use Data Envelopment Analysis (DEA) [2,3]. The work of the Ukrainian banking system is analyzed as an example of the implementation of this idea.

### Literature

1. Multicriteria Optimization in Pareto-Optimality and Threshold-Optimality Ed. by Nodari Vakhania and Frank Werner, Sec. Ed., Springer, 2005, 328 p.
2. Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978) Measuring the Efficiency of Decision Making Units. European Journal of Operational Research, 2, 429-444.
3. W.W. Cooper, L.M.Sweiford, Kaoru Tone. Data Envelopment Analysis, Sec. Ed., Springer, 2007, 512 p.

---

<sup>42</sup> Lviv University of Trade and Economics

## O testach permutacyjnych w analizie zależności między zbiorami danych

W wielu obszarach nauki badacze poszukują odpowiedzi na pytanie dotyczące istotności zależności między zbiorami danych. Analizy koncentrują się na określeniu, w jakim stopniu zestaw zmiennych niezależnych wpływa na zestaw zmiennych zależnych, oraz na identyfikacji, które zmienne mają istotny wpływ na zróżnicowanie między zbiorami danych, a które go nie mają. W celu zbadania zależności między zbiorami danych zastosowano testy permutacyjne oraz wykorzystano elementy analizy korelacji kanonicznych. Zaletą testów permutacyjnych jest możliwość stosowania ich bez weryfikacji założenia o postaci rozkładu badanej cechy w populacji oraz w przypadku dysponowania próbą o niewielkiej liczebności. Moc proponowanych testów oraz ich rozmiar oszacowano za pomocą symulacji komputerowej w programie R.

Słowa kluczowe: dane wielowymiarowe, korelacja kanoniczna, testy permutacyjne, symulacja Monte Carlo.

### On permutation tests in the analysis of association between datasets

In many areas of science, researchers seek answers to question regarding the significance of relationships between datasets. The analyses focus on determining the extent to which a set of independent variables influences a set of dependent variables and identifying which variables have a significant impact on the differentiation between datasets and which do not. To examine the relationships between datasets, permutation tests were applied, along with elements of canonical correlation analysis. The advantage of permutation tests is their applicability without the need to verify assumptions regarding the distribution of the studied variable in the population and their suitability for small sample sizes. The power and size of the proposed tests were estimated using computer simulations in the R program.

Keywords: multidimensional data, canonical correlation, permutation tests, Monte Carlo study.

---

<sup>43</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

## Płaca minimalna a stan zdrowia w Europie

Celem artykułu jest analiza związku między płacą minimalną a stanem zdrowia i śmiertelnością w krajach i regionach europejskich. Z jednej strony, wyższe płace minimalne mogą poprawić stan zdrowia jednostek poprzez zmniejszenie stresu finansowego oraz zwiększenie konsumpcji i inwestycji w zdrowie. Znaczenie zarówno poziomu płacy minimalnej, jak i jej zmian oraz różnic regionalnych jest analizowane w celu wyjaśnienia między- i wewnątrzregionalnych różnic w stanie zdrowia i śmiertelności w krajach europejskich. W analizie wykorzystano klasyczne metody analizy danych panelowych, a także metody uwzględniające endogeniczność, w tym estymator ogólnej metody momentów. Zastosowano szeroki zakres zmiennych kontrolnych, zgodnie z koncepcjami wcześniejszego badania modelu uwarunkowań zdrowia, pokazując znaczenie stylu życia i szeroko zdefiniowanych czynników społeczno-ekonomicznych, kulturowych i środowiskowych dla stanu zdrowia. Wyniki wskazują, że w krajach o wyższym stosunku płacy minimalnej do średniej, stan zdrowia jest wyższy, a śmiertelność niższa ze względu na niższe nierówności dochodowe. Co więcej, stan zdrowia jest wyższy, a śmiertelność niższa w krajach o mniejszych różnicach regionalnych w stosunku płacy minimalnej do średniej.

## Minimum wage and health status in Europe

The aim is to analyse the relationship between the minimum wage and the health status and mortality in European countries and regions. On the one hand, higher minimum wages can improve individuals' health by reducing financial stress and increasing consumption and investment in health. The significance of both the level of minimum wage and its changes and regional differences is analysed to explain the inter- and intraregional differences in health status and mortality across European countries. The analysis uses the classic methods of panel data analysis as well as those allowing for endogeneity, including the general method of moments estimator. A wide range of control variables are used, following the concepts of a past study and the rainbow model of health determinants proposed by another study, showing the importance of lifestyle and broadly defined socio-economic, cultural and environmental factors in health status. The results indicate that in countries with higher minimum-to-average wage ratios, the health status is higher, and the mortality is lower due to lower income inequalities. Moreover, the health status is higher, and the mortality rate is lower in countries with lower regional disparities in the minimum to average wage ratio.

---

<sup>44</sup> Uniwersytet Jagielloński

<sup>45</sup> Uniwersytet Łódzki

## Modelowanie zależności pomiędzy innowacyjnością a handlem zagranicznym w Polsce

Relacje pomiędzy innowacyjnością i handlem zagranicznym są raczej rzadkim przedmiotem badań naukowych. W teoriach ekonomii te zależności stanowią zwykle wątek poboczny, będący elementem większych koncepcji teoretycznych, w których próbuje się powiązać innowacyjność z rozwojem gospodarczym. Przykładem może tu być eklektyczna teoria produkcji międzynarodowej Dunninga czy teoria dynamicznych przewag komparatywnych. Trudno jednak uznać istniejące rozwiązania teoretyczne za kompleksowo wyjaśniające zagadnienie relacji między handlem zagranicznym i innowacyjnością, a dotychczasowa weryfikacja empiryczna tych zależności jest niewątpliwie niewystarczająca. Brak w pełni satysfakcjonujących rozwiązań teoretycznych i jednoznacznych wyników empirycznych skłaniają do przeprowadzenia wielokierunkowej analizy wzajemnego oddziaływania między innowacyjnością a handlem zagranicznym. Zasadniczym celem referatu jest przedstawienie wyników badań kierunku i intensywności wzajemnego oddziaływania między innowacyjnością gospodarki i handlem zagranicznym w Polsce oraz wyników badań skłonności przedsiębiorstw uczestniczących w handlu zagranicznym do innowacji produktowych, procesowych, marketingowych i organizacyjnych. Badanie przeprowadzono wykorzystując m.in. model wektorowej korekty błędem (ang. Vector Error Correction Model), testy przyczynowości w sensie Grangera oraz uporządkowane wielomianowe modele probitowe.

### Modeling the relationship between innovation and foreign trade in Poland

The relationship between innovation and foreign trade is a rather rare subject of scientific research. In economic theories, these relationships are usually a side-issue, being an element of larger theoretical concepts that attempt to link innovation with economic development (Dunning's Eclectic Theory of International Production, the theory of dynamic comparative advantage). However, it is difficult to consider existing theoretical solutions as comprehensively explaining the issue of the relationship between foreign trade and innovation, and the empirical verification of these relationships to date has undoubtedly been insufficient. The lack of fully satisfactory theoretical solutions and unambiguous empirical results encourage the conduct of a multi-directional analysis of the mutual influence between innovation and foreign trade. The main objective of the paper is to present the results of research on the direction and intensity of mutual interaction between the innovativeness of the economy and foreign trade in Poland and the results of research on the propensity of enterprises participating in foreign trade to product, process, marketing and organizational innovations. The research was conducted using, among other methods, the Vector Error Correction Model, Granger causality test and Ordered Multinomial Probit Model.

---

<sup>46</sup> Uniwersytet ekonomiczny w Krakowie

## Ceny nieruchomości i wzrost produktu regionalnego w Polsce

Ceny nieruchomości jako główny component aktywów gospodarstw domowych mogą służyć istotnym czynnikiem wzrostu gospodarczego na poziomie regionalnym. Wyższe ceny nieruchomości potencjalnie stymulują konsumpcje osobistą oraz inwestycje, co przekłada się na wzrost produktu regionalnego. Jednak nie jest wykluczone, że w przypadku dominacji na rynku osób wynajmujących mieszkania wzrost cen nieruchomości powoduje kłopoty finansowe, co z kolei powoduje stagnacje jak konsumpcji osobistej, tak i produktu regionalnego. Wykorzystując dane kwartalne z okresu 2010-2023, przy wykorzystaniu estymatora GMM otrzymano, że antycypowany wzrost cen nieruchomości jest korzystny dla wzrostu produktu regionalnego w 15. z 16. polskich województw, w tym jak nieantycypowany wzrost cen nieruchomości powoduje spowolnienie wzrostu gospodarczego na poziomie regionalnym (dekompozycje Beveridge'a-Nelsona wykorzystano w celu otrzymania antycypowanego i nieantycypowanego składników cen nieruchomości). Województwo Małopolskie to jedyny region, w którym występuje restrykcyjny efekt of antycypowanego wzrostu cen nieruchomości, co odpowiada argumentacji na korzyść finansowego stresu w konsumpcji osobistej. Spośród innych wyników, otrzymano, że deprecjacja kursu walutowego jest korzystna dla wzrostu produktu regionalnego w 10. województwach, w tym jak restrykcyjny efekt postrzega się zaledwie w dwóch województwach. Podwyżka stopy procentowej powoduje spowolnienie wzrostu produktu regionalnego w sześciu województwach; natomiast dla województwa Małopolskiego otrzymano ekspansyjny efekt, a w pozostałych 9. województwach wzrost produktu regionalnego nie zależy od stopy procentowej.

Słowa kluczowe: ceny nieruchomości, produkt regionalny, stopa procentowa, GMM, Polska

## House prices and regional output growth in Poland

House prices as a major component of households' wealth can be an important factor behind regional output growth. Rising house prices can stimulate private consumption and investments thus contributing to regional output growth. However, it is not ruled out that in the housing market dominated by renters an increase in the house prices is associated with financial stress thus resulting in stagnation of both private consumption and regional output. Using quarterly data of the 2010-2023 period, it is found with the GMM estimates that an anticipated increase in the house prices contributes positively to regional output growth in 15 out of 16 Polish voivodships, while unanticipated house price hikes are behind a contractionary effect on regional output growth (the Beveridge-Nelson decomposition of house price changes into anticipated and unanticipated components is used). The Lesser Poland voivodship is the only region with a contractionary output effect of an anticipated increase in the house prices, being in line with an argument of the financial stress in private consumption. Among other results, a nominal exchange rate depreciation is expansionary in 10 out of 16 voivodships, with a

<sup>47</sup> Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

<sup>48</sup> Uniwersytet Gospodarki i Handlu we Lwowie

contractionary effect on regional output being observed only in two voivodships. An increase in the interest rate brings about a deceleration in regional output growth in six voivodships, while being expansionary in the Lesser Poland voivodship only and neutral in respect to regional output growth in nine voivodships.

Keywords: housing prices, regional output, interest rate, GMM, Poland

Andrzej Sokołowski<sup>49</sup>, Małgorzata Markowska<sup>50</sup>, Danuta Strahl<sup>51</sup>

## Relatywny wskaźnik aktywności innowacyjnej przedsiębiorstw przemysłowych - województwa 2013-2022

Relatywny Wskaźnik Aktywności Innowacyjnej został zaproponowany w 2017 roku. Wykorzystano wówczas dane z badań opublikowanych przez Urząd Statystyczny w Szczecinie, a dotyczące lat 2013-2015. W niniejszej pracy proponujemy zastosowanie tej samej metodologii z wykorzystaniem danych udostępnionych w kolejnych sześciu publikacjach Głównego Urzędu Statystycznego, poświęconych działalności innowacyjnej przedsiębiorstw przemysłowych i obejmujących okres do 2022 roku. Wskaźnik jest liczony z 39 zmiennych reprezentujących: inwestycje w innowacje (2 zmienne – waga obszaru 0,23), pomoc publiczną (6 zmiennych – waga 0,08), aktywność innowacyjną (16 zmiennych – waga 0,24), współpracę w zakresie innowacji (4 zmienne – waga 0,19) oraz efekty innowacyjności (11 zmiennych – waga 0,26). Podane wagi ustaliła grupa ekspertów.

Wskaźnik dla województw zostanie policzony dla poszczególnych okresów osobno (wtedy wskaźnik ma on charakter relatywny), ale także przy wykorzystaniu normalizacji globalnej, co pozwoli na identyfikację trendów innowacyjności.

## Relative Index of Innovation Activity for Industrial Enterprises - Polish Provinces 2013-2022

Relative Index of Innovation Activity has been proposed in 2017. Data published by Statistical Office in Szczecin have been used, covering period 2013-2015. In this paper we use the same methodology for data published in six volumes by Statistics Poland for industrial enterprises up to 2020. The index is calculated from 39 variables describing the following spheres: investment in innovation (2 variables – weight 0.23, public support (6 variables – weight 0.08), innovation activity (16 variables – weight 0.24), Cooperation in innovativeness (4 variables – weight 0.19) and results of innovations (11 variables – weight 0.26). Weighting system mentioned above was established by the panel of experts. Innovation Activity Index is calculated for provinces of Poland, separately for each time period (and thus it is relative) but also with global normalization with allows to identify possible trends.

---

<sup>49</sup> Uniwersytet Andrzeja Frycza Modrzewskiego w Krakowie

<sup>50</sup> Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

<sup>51</sup> Akademia WSB w Dąbrowie Górniczej



## Wpływ Ekstremalnych Zależności na Value at Risk: Zastosowanie Distorted Mix Copula

W wyznaczaniu Value at Risk (VaR) dla zagregowanego ryzyka kluczowe jest określenie struktury zależności między ryzykami, zwłaszcza w warunkach ekstremalnych. Podczas gdy zależności w centralnym obszarze rozkładu można oszacować stosunkowo precyzyjnie, zależności w ogonach są znacznie trudniejsze do określenia, a jednocześnie mają decydujący wpływ na wartości VaR. Klasyczne podejścia oparte na pojedynczej kopuli często nie są w stanie jednocześnie poprawnie odwzorować zarówno centralnych, jak i skrajnych zależności, co prowadzi do niedoszacowania ryzyka i zwiększa ryzyko modelu.

W celu wyznaczenia ryzyka modelu wynikającego z wartości ekstremalnych proponujemy podejście oparte na Distorted Mix Copula (DMC), które pozwala na oddzielenie modelowania zależności centralnych i skrajnych. Metoda ta umożliwia precyzyjne opisanie zależności w części centralnej, gdzie ich estymacja jest stosunkowo prosta, natomiast w ogonach rozkładu dopasowujemy różne kopule, aby opisać zależności ekstremalne. Na podstawie wyznaczonych kopuli, wykorzystując algorytm symulowanego wyżarzania, poszukujemy takiej kombinacji kopul w warunkach ekstremalnych, która prowadzi do maksymalnej wartości Value at Risk, identyfikując najbardziej pesymistyczny scenariusz (worst-case VaR).

Dzięki zastosowaniu DMC możliwe jest efektywne wyznaczenie najwyższego możliwego VaR przy założeniu centralnej zależności, co zapewnia bardziej kompleksową ocenę ryzyka modelu. Proponowane podejście jest szczególnie istotne w kontekście regulacji takich jak Basel III i Solvency II, gdzie kluczowe jest uwzględnienie najgorszych możliwych scenariuszy w modelowaniu ryzyka.

## The Impact of Extreme Dependencies on Value at Risk: Application of Distorted Mix Copula

In determining the Value at Risk (VaR) for aggregated risk, it is crucial to define the dependency structure between risks, especially in extreme conditions. While dependencies in the central part of the distribution can be estimated relatively precisely, dependencies in the tails are much harder to determine, yet they have a decisive impact on VaR values. Classical approaches based on a single copula are often unable to accurately represent both central and extreme dependencies simultaneously, leading to underestimation of risk and increasing model risk.

To address the model risk arising from extreme values, we propose an approach based on the Distorted Mix Copula (DMC), which allows for separating the modeling of central and extreme dependencies. This method enables precise description of dependencies in the central part, where estimation is relatively straightforward, while in the tails of the distribution, we fit different copulas to describe extreme dependencies. Based on the identified copulas, using a simulated annealing algorithm, we search for a combination of copulas in extreme conditions

---

<sup>52</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

that leads to the maximum Value at Risk, identifying the most pessimistic scenario (worst-case VaR).

By applying DMC, it is possible to effectively determine the highest possible VaR assuming central dependency, providing a more comprehensive risk assessment. The proposed approach is particularly important in the context of regulations such as Basel III and Solvency II, where it is crucial to account for the worst possible scenarios in risk modeling.

## Explanation Groves – Analyzing the Trade-off between Complexity and Adequacy of Machine Learning Model Explanations

The increasing popularity of machine learning in many application fields has led to a growing demand for methods of explainable machine learning. In turn, comparatively few research has been dedicated to the limits of explaining complex machine learning models.

Explanation groves are a model agnostic approach to extract a set of understandable rules for model explanation. In addition, the degree of complexity of the resulting explanation can be predefined by the user. In consequence, they provide a useful tool to analyze the trade-off between the complexity of a given explanation on one hand and how well it represents the original model on the other hand.

It can be shown that explanation groves maximize the degree of explanation for a pre-specified number of rules. An implementation is given in the R package `xgrove` and will be demonstrated in the presentation. The method is applied to explain models for predicting house prices.

Finally, the results of a comprehensive benchmark study are presented where explanation groves are applied to data sets from the OpenML data base in order to analyze the explainability of different learner classes with regard to the aforementioned trade-off.

---

<sup>53</sup> Hochschule Stralsund – University of Applied Sciences

Marcin Szymkowiak<sup>54</sup>, Wojciech Łukaszonek<sup>55</sup>, Waldemar Wołyński<sup>56</sup>

## Klasyfikacja województw w świetle charakterystyk rynku pracy przy wykorzystaniu analizy składowych głównych dla danych podwójnie wielowymiarowych

Współczesne zmiany na rynkach pracy, ich dynamika i kierunki odzwierciedlają te cywilizacyjne, zarówno w sferze gospodarczej, jak i społecznej. Długotrwałe procesy, jak np. kształcenie kadr zawodowych skutkują ograniczoną elastycznością rynku pracy, zwłaszcza po stronie podaży. Należy więc przyjąć, że zmiany na rynkach pracy mają charakter ewolucyjny oraz kumulatywny. Podejmując analizę rynku pracy, jednocześnie koncentrując się na jednym momencie w czasie lub porównując zmian między dwoma (kilkoma) momentami w czasie może być niewystarczające, a nawet prowadzić do błędnych wniosków. Jednym z rozwiązań wspomnianego problemu jest zastosowanie wielowymiarowych metod statystycznych dedykowanych dla danych obserwowanych w czasie.

Opracowanie prezentuje wyniki przeprowadzonej oceny regionalnych rynków pracy przy wykorzystaniu zaawansowanych metod analizy statystycznej dla danych podwójnie-wielowymiarowych, które uwzględniają zmienność zarówno w czasie, jak i między-cechową. Klasyfikacja regionalnych rynków pracy (na poziomie województw) przeprowadzona została z wykorzystaniem zestawu kilkunastu cech diagnostycznych obserwowanych w latach 2004-2023. Bank Danych Lokalnych wybrano jako źródło zmiennych opisujących rynek pracy, które następnie poddano unitaryzacji zerowanej, a w dalszym kroku analizie składowych głównych (PCA) dla danych podwójnie-wielowymiarowych. Rozpatrzono trzy warianty (modele): bazujący na iloczynie Kroneckera, na funkcji jądrowej (kernel model) oraz na danych funkcjonalnych. Wynikowe skupienia uzyskano metodą Warda, która były podstawą wizualizacji uzyskanych wyników w postaci kartogramów ukazujących przestrzenne zróżnicowanie rynku pracy w Polsce w ujęciu wojewódzkim.

## Classification of provinces in the light of labour market characteristics using principal component analysis for doubly multivariate data

Contemporary changes in labour markets, their dynamics and directions reflect those of civilisation, both economic and social. Long-term processes such as vocational training lead to limited labour market flexibility, especially on the supply side. It is therefore reasonable to assume that changes in labour markets are evolutionary and cumulative. Analysing the labour market by focusing on one point in time or comparing changes between two (or more) points in time may be insufficient and even lead to wrong conclusions. One solution to the above problem is to use multivariate statistical methods, which are dedicated to data observed over time.

This presentation presents the results of an assessment of regional labour markets using advanced methods of statistical analysis for doubly multivariate data, taking into account both

---

<sup>54</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu/Urząd Statystyczny w Poznaniu

<sup>55</sup> Uniwersytet Kaliski/Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

<sup>56</sup> Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu

time and inter-temporal variation. The classification of regional labour markets (at the level of provinces) was carried out using a set of diagnostic characteristics observed in the years 2004-2023. The Local Data Bank was chosen as a source of variables describing the labour market, which were then subjected to zero-unitarisation and, in a further step, to principal component analysis (PCA) for doubly multivariate data. Three variants (models) were considered: based on the Kronecker product, based on a kernel function (kernel model) and based on functional data. The resulting clusters were obtained using Ward's method, which was the basis for the visualisation of the obtained results in the form of cartograms showing the spatial differentiation of the labour market in Poland by provinces.

## Analiza transmisji ryzyka między indeksami giełdowymi bioróżnorodności i przemysłu ciężkiego

Badanie przedstawia analizę przenoszenia zmienności pomiędzy indeksami giełdowymi odzwierciedlającymi bioróżnorodność a indeksami sektorów przemysłu ciężkiego. Wykorzystując model wektorowej autoregresji z parametrami zmiennymi w czasie (TVP-VAR) na danych od 2010 do 2024 roku, analizujemy dynamiczną zależność między trzema indeksami bioróżnorodności i pięcioma indeksami z sektora przemysłu ciężkiego. Nasze wyniki pokazują, że wskaźniki bioróżnorodności są istotnym źródłem zmienności, szczególnie wpływając na sektory górnictwa i energetyki. Co więcej, badanie analizuje implikacje dla dywersyfikacji portfela i strategii alokacji aktywów, oceniając skuteczność aktywów związanych z bioróżnorodnością w zakresie hedgingu. Te spostrzeżenia mają cenne implikacje zarówno dla inwestorów, jak i decydentów, informując o decyzjach inwestycyjnych i ramach regulacyjnych w kontekście ewoluującej interakcji między sektorami środowiskowym a przemysłowym.

## Analysis of risk transmission between biodiversity and heavy industry stock market indices

This study presents an investigation of volatility transmission between biodiversity stock indices and those from heavy industry sectors. Using a Time-Varying Parameter Vector Autoregressive (TVP-VAR) model on data from 2010 to 2024, we analyze the dynamic relationship between three biodiversity indices and five indices from heavy manufacturing. Our findings reveal that biodiversity measures are significant sources of volatility, particularly impacting the mining and energy sectors. Furthermore, the study explores the implications for portfolio diversification and asset allocation strategies, assessing the effectiveness of biodiversity assets in hedging. These insights offer valuable implications for both investors and policymakers, informing investment decisions and regulatory frameworks in the context of the evolving interplay between environmental and industrial sectors.

---

<sup>57</sup> Uniwersytet Warszawski

<sup>58</sup> Uniwersytet Warszawski

## Ocena realizacji celu SDG 4 w państwach UE w świetle Agendy 2030 z wykorzystaniem podejścia hybrydowego w porządkowaniu liniowym

Celem prezentacji jest uszeregowanie 27 państw UE w 2023 roku pod względem ich postępu w realizacji celu SDG 4 „Zapewnić wszystkim inkluzywną i wysokiej jakości edukację oraz promować uczenie się przez całe życie” oraz określenie ich odległości od wartości docelowych wskazanych na rok 2030. Eurostat postępy w realizacji celu SDG 4 monitoruje i ocenia za pomocą sześciu wskaźników. Na bazie tych wskaźników skonstruowano miarę agregatową według założeń podejścia hybrydowego łączącego skalowanie wielowymiarowe z porządkowaniem liniowym. W otrzymanym rankingu najwyżej uplasowały się państwa nordyckie należących do UE oraz Niderlandy i Estonia. Największy dystans w stosunku do celu wyznaczonego dla SDG 4 zaobserwowano dla Rumunii, Bułgarii, Cypru, Grecji i Niemiec. Zastosowanie podejścia hybrydowego umożliwiło graficzną prezentację wyników wielowymiarowego zjawiska w przestrzeni dwuwymiarowej.

Słowa kluczowe: jakość edukacji, zrównoważony rozwój, miary agregatowe, metoda hybrydowa, skalowanie wielowymiarowe, SDG 4

### Assessment of the implementation of SDG 4 goal by EU countries in the light of the 2030 Agenda using a hybrid approach in linear ordering

The study is aimed at ranking of EU countries in 2023 based on their progress in achieving SDG 4 “Ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all” and to determine their distance from the target values set for 2030. Eurostat monitors and evaluates progress towards SDG 4 using six indicators. Based on these indicators, an aggregate measure was constructed according to the assumptions of a hybrid approach combining multidimensional scaling with linear ordering. In the resulting ranking, Nordic EU countries, along with the Netherlands and Estonia, ranked highest. The greatest distance from the target set for SDG 4 was observed for Romania, Bulgaria, Cyprus, Greece and Germany. The application of the hybrid approach enabled a graphical representation of the results of the multidimensional phenomenon in a two-dimensional space.

Keywords: quality education, sustainable development, aggregate measures, hybrid method, multidimensional scaling, SDG 4

---

<sup>59</sup> Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

<sup>60</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

## Wpływ niepewności modelu na kapitałowe wymogi wypłacalności w Solvency II: Nowe podejścia i narzędzia analityczne

Właściwe wykorzystanie modeli w ocenie ryzyka finansowego, zwłaszcza w sektorze ubezpieczeniowym, wymaga dokładnej analizy ryzyka modelu wynikającego z nieadekwatności przyjętych założeń. Modele matematyczne, na których opierają się decyzje biznesowe, są szczególnie wrażliwe na błędy wynikające z upraszczania rzeczywistości lub nieprawidłowego doboru parametrów. W pracy (Bernard i in. 2023) dokonano przeglądu literatury dotyczącej oceny ryzyka modelu, zaproponowano nowe miary tego ryzyka oraz opracowano narzędzia umożliwiające ocenę wpływu poszczególnych założeń na całkowite ryzyko modelu.

W referacie rozwijamy te koncepcje, stosując je do analizy modeli wykorzystywanych przez ubezpieczycieli do wyznaczania kapitałowych wymogów wypłacalności w ramach regulacji Solvency II. Przedstawiamy nowe podejścia teoretyczne, dzięki którym, opierając się na częściowej informacji o rozkładzie zmiennej ryzyka, możemy ocenić, w jaki sposób założenia leżące u podstaw modeli wpływają na ryzyko modelu. Wśród omawianych metod szczególną uwagę poświęcamy Distorted Mix Copula (DMC) jako jednej z propozycji umożliwiających oddzielenie modelowania zależności centralnych od skrajnych. Metoda ta pozwala na precyzyjne opisanie zależności w części centralnej rozkładu, a jednocześnie umożliwia elastyczne dopasowanie kopuli do zależności ekstremalnych w ogonach rozkładu.

Wykorzystując różne podejścia, w tym DMC, identyfikujemy kombinacje zależności prowadzące do maksymalnej wartości Value at Risk (VaR), co pozwala na ocenę najbardziej pesymistycznych scenariuszy (worst-case VaR). Proponowane metody stanowią praktyczne narzędzia wspierające ubezpieczycieli w dokładniejszej ocenie ryzyka modelowego oraz optymalizacji kapitałowych wymogów wypłacalności.

### The Impact of Model Uncertainty on Solvency II Capital Requirements: Innovative Methods and Analytical Frameworks

The effective use of models in financial risk assessment, especially within the insurance sector, requires a thorough evaluation of model risk stemming from the inadequacy of underlying assumptions. Mathematical models that guide business decisions are especially sensitive to errors caused by simplifications of real-world complexities or incorrect parameter selection. In study (Bernard et al. 2023), the authors conducted a comprehensive review of the existing literature on model risk assessment, introduced new risk measures, and developed tools to evaluate the contribution of individual model assumptions to overall model risk.

In this paper, we build on these concepts by applying them to the analysis of models used by insurers to determine capital requirements under the Solvency II regulatory framework. We present new theoretical approaches so that, based on partial information about the

---

<sup>61</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

<sup>62</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

<sup>63</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie



distribution of the risk variable, we can assess how the underlying model assumptions contribute to model risk. Among the methods discussed, particular attention is given to the Distorted Mix Copula (DMC) as one of the techniques that enables the separation of central and tail dependency modelling. This method allows for precise modelling of dependencies in the central part of the distribution and flexibly adjusting copulas to capture extreme dependencies in the distribution tails.

By utilizing various approaches, including DMC, we identify dependency structures that lead to the maximum Value at Risk (VaR), facilitating the evaluation of the most pessimistic scenarios (worst-case VaR). The proposed methods provide practical tools to support insurers in more accurately assessing model risk and optimizing capital requirements under Solvency II.

## Szkolnictwo wyższe w krajach Europy Środkowo-Wschodniej – analiza porównawcza na tle Unii Europejskiej

Szkolnictwo wyższe odgrywa istotną rolę w Unii Europejskiej. Wysokiej jakości edukacja wpływa na różne aspekty życia m.in.: na pracę, zarobki i innowacyjność. Poziom wykształcenia kraju zależy od wielu czynników, w tym od polityki edukacyjnej. Unia Europejska jest pod tym względem niejednorodną grupą państw.

Celem badań jest analiza szkolnictwa wyższego w krajach Europy Środkowo-Wschodniej na podstawie charakterystyk prezentujących szkolnictwo wyższe oraz sytuację absolwentów na rynku pracy. Wykorzystano dane Eurostat z 2015-2020 r. Zidentyfikowano czynniki wpływające na konkurencyjność i jakość szkolnictwa wyższego, a także dokonano oceny podobieństw i różnic pomiędzy państwami, tworząc ranking wybranych państw europejskich przy pomocy metod wielowymiarowych: analizy skupień oraz metod porządkowania liniowego Hellwiga. W szczególności zwrócono uwagę na pozycję państw Europy Środkowo-Wschodniej oraz na wpływ pandemii COVID-19 na grupowanie.

## Higher education in Central and Eastern European countries – comparative analysis against the background of the European Union

Higher education plays an important role in the European Union. High-quality education affects various aspects of life, including work, earnings and innovation. A country's education level depends on many factors, including education policy. In this respect, the European Union is a heterogeneous group of states.

The aim of the research presented in the paper is to analyze higher education in the Central and Eastern European countries on the basis of the characteristics of higher education and the situation of graduates in the labor market. Eurostat data from 2015-2020 were used. Factors influencing the competitiveness and quality of higher education were identified, and similarities and differences between countries were assessed, creating a ranking of selected European countries using multivariate methods: cluster analysis and Hellwig's linear ordering methods. In particular, attention was paid to the position of Central and Eastern European countries and the impact of the Covid-19 pandemic on grouping.

---

<sup>64</sup> Uniwersytet Łódzki

## Świadomość społeczna a rozwój rolnictwa ekologicznego w wybranych krajach UE jako czynniki wspierający zrównoważony rozwój

Obecna sytuacja gospodarcza, jak i geopolityczna wskazuje na konieczność przeanalizowania dokonań w zakresie realizacji celów zrównoważonego rozwoju. Dodatkowo, jak wykazała Kate Raworth w swoim modelu ekonomicznym „Ekonomia obwarzanka”, bez zapewnienia podstaw społecznych nie ma możliwości realizacji celów Agendy 2030 i z drugiej strony, niezrównoważenie konsumpcji prowadzi do destrukcji pułapu ekologicznego, od którego zależy funkcjonowanie społeczeństw. Przyjęto, że rozwój rolnictwa ekologicznego w krajach UE będzie niemożliwy w przypadku braku szeroko rozumianej świadomości społecznej, nie tylko ekologicznej. Budowanie świadomości konsumpcyjnej, w świetle literatury, w dużej mierze zależy od dostępu i poziomu edukacji. Celem referatu jest ocena podobieństwa pomiędzy badanymi krajami pod względem rozwoju rolnictwa ekologicznego oraz próba wykazania wpływu na ten ranking czynników przypisanych do tzw. „świadomości społecznej”. Klasyfikację państw uzyskano przy wykorzystaniu metod porządkowani liniowego Hellwiga. Do porównań wyznaczonych rankingów wykorzystano współczynnik tau-Kendalla. Na podstawie literatury wybrano zmienne wpisujące się w ład społeczny zrównoważonego rozwoju, mogące mieć wpływ na poziom rozwoju rolnictwa ekologicznego w wybranych krajach UE. Wykorzystano dane z 2020 roku pochodzące z bazy danych Eurostat oraz FiBL.

## Social awareness and organic farming development in selected EU countries as factors supporting sustainable development

The current economic as well as geopolitical situation indicates the need to analyse the achievements in the implementation of the Sustainable Development Goals. Additionally, as Kate Raworth has shown in her economic model ‘The Doughnut Economics’, without ensuring a social basis it is not possible to achieve the goals of the Agenda 2030 and, on the other hand, the unsustainability of consumption leads to the destruction of the ecological ceiling on which the functioning of societies depends. It was assumed that the development of organic farming in EU countries will be impossible in the absence of social awareness, not only the ecological. In the light of the literature, building consumer awareness is largely dependent on access and the level of education. The aim of the paper is to assess the similarity between the countries studied in terms of the development of organic farming and to attempt to demonstrate the influence of factors attributed to so-called ‘social awareness’ on this ranking. The classification of countries was obtained using Hellwig's linear ordering methods. The tau-Kendall coefficient was used to compare the determined rankings. On the basis of the literature, variables were selected that fit into the social order of sustainable development, which may have an impact on the level of organic farming development in selected EU countries. Data from 2020 from the Eurostat and FiBL databases were used.

---

<sup>65</sup> Uniwersytet Łódzki

<sup>66</sup> Uniwersytet Łódzki

## Poza klasycznym CAPM: ZCAPM i nowe spojrzenie na wycenę aktywów. Analiza funduszy PPK w Polsce

W 2021 roku Kolari, Liu i Huang (KLH) zaproponowali nową wersję modelu wyceny aktywów kapitałowych (CAPM), nazwaną ZCAPM. Empiryczna analiza modelu została przeprowadzona na inwestycjach emerytalnych Teachers Retirement System of Texas w latach 2012–2014. Model ZCAPM stanowi szczególny wariant modelu CAPM z zerową betą (Black, 1972) i, podobnie jak klasyczny CAPM, uwzględnia czynnik rynkowy. Jednak zamiast bazować na ryzyku beta względem portfela rynkowego, uwzględnia ryzyko beta związane ze średnią stopą zwrotu wszystkich aktywów na rynku.

Twórcy modelu ZCAPM przyjmują założenie, że średni zwrot rynkowy znajduje się na osi symetrii zbioru możliwości inwestycyjnych w przestrzeni ryzyko-dochód (Markowitz, 1952). Implikuje to, że systematyczne ryzyko mierzone współczynnikiem beta zależy od dynamiki zmian wzdłuż krzywej zbioru możliwości inwestycyjnych. KLH wykazali również, że współczynnik dyspersji zwrotów generuje nowe, dwukierunkowe ryzyko, nazwane ryzykiem Z, które może przyjmować wartości dodatnie lub ujemne dla dowolnego instrumentu finansowego w zależności od kierunków zmian dyspersji zwrotów.

Istotną różnicą jest również kwestia metody estymacji, z uwagi na to, że modelu ZCAPM nie można oszacować za pomocą klasycznej metody najmniejszych kwadratów (OLS). Alternatywnie można zastosować metodę estymacji z maksymalizacją oczekiwań (EM). W części empirycznej niniejszego badania przedstawiona zostanie weryfikacja modelu ZCAPM na przykładzie funduszy Pracowniczych Planów Kapitałowych (PPK) funkcjonujących w Polsce, co pozwoli porównać otrzymane wyniki z analizami KLH dotyczącymi funduszy emerytalnych funkcjonujących w USA.

### Beyond the Classic CAPM: ZCAPM and a New Perspective on Asset Pricing. An Analysis of PPK Funds in Poland

In 2021, Kolari, Liu, and Huang (KLH) introduced a new version of the Capital Asset Pricing Model (CAPM), called the ZCAPM. Their empirical analysis of this model focused on pension investments within the Teachers Retirement System of Texas during the period from 2012 to 2014. ZCAPM is a specific variant of the zero-beta CAPM (Black, 1972) and, like the classic CAPM, includes a market factor. However, instead of relying on beta risk relative to the market portfolio, ZCAPM accounts for beta risk associated with the average return of all assets in the market.

The creators of ZCAPM posit that the average market return lies along the axis of symmetry of the investment opportunity set in the risk-return space (Markowitz, 1952). This suggests that systematic risk, as measured by the beta coefficient, depends on the dynamics of movement along the efficient frontier of the investment opportunity set. Additionally, KLH demonstrated that the dispersion coefficient of returns generates a new, bidirectional risk referred to as Z-risk,

---

<sup>67</sup> Uniwersytet Gdański

which can be either positive or negative for any financial instrument, depending on the direction of changes in return dispersion.

Another important distinction is the estimation method. Unlike traditional Ordinary Least Squares (OLS) estimation, ZCAPM requires the use of the Expectation-Maximization (EM) estimation method as an alternative. The empirical section of this study presents a validation of the ZCAPM model using data from the Employee Capital Plans (PPK) operating in Poland, allowing for a comparison with the results obtained by KLH for pension funds in the United States.

## O pewnej modyfikacji estymatora różnicy w różnicach dla modelu z działaniem czynnika rozłożonym w czasie

Do niedawna ekonomia była uznawana za naukę nieeksperymentalną. Wraz z rozwojem ekonomii behawioralnej, a później ekonomii eksperymentalnej, metoda eksperymentu zyskała uznanie wśród badaczy zajmujących się zagadnieniami dotyczącymi przyczynowości zjawisk o charakterze ekonomicznym. Istotną rolę w tym procesie odegrały eksperymenty naturalne oraz tzw. quasi-eksperymenty, które uznawane są za najbardziej zbliżone w swej konstrukcji do eksperymentów naturalnych. Jedną z wykorzystywanych w praktyce metod analizy wyników quasi-eksperymentów jest metoda różnicy w różnicach.

Model podstawowy metody różnicy w różnicach pozwala na oszacowanie wartości estymatora wyznaczonego na podstawie wartości badanej zmiennej dla grupy kontrolnej i grupy eksperymentalnej w dwóch okresach czasu: przed i po wystąpieniu działania czynnika. Wyznaczony estymator stanowi ocenę przeciętnego efektu wpływu czynnika na zmienną wynikową. W metodzie różnicy w różnicach uwzględniane jest również podejście, w którym rozważa się występowanie działania czynnika, dla poszczególnych obiektów podlegających badaniu, w różnych okresach czasu. Model ten nazywany jest modelem z działaniem czynnika rozłożonym w czasie.

Przedmiotem artykułu jest zaprezentowanie pewnej modyfikacji estymatora różnicy w różnicach dla modelu z działaniem czynnika rozłożonym w czasie. Ponadto przedstawiona zostanie analiza symulacyjna zaproponowanego estymatora oraz jego możliwości aplikacyjne z wykorzystaniem danych o charakterze ekonomicznym.

## On some modification of the difference-in-differences estimator for a model with staggered treatment adoption

Until recently, the field of economics was regarded as a non-experimental science. However, with the emergence of behavioural economics and, subsequently, experimental economics, the experimental method has gained recognition among researchers dealing with issues concerning the causality of phenomena of an economic nature. Natural experiments and so-called quasi-experiments, which are considered to be most similar in design to natural experiments, have played an important role in this process. A prominent approach employed in the analysis of quasi-experimental outcomes is the difference-in-differences method.

The fundamental model of the difference-in-differences method provides an estimate of the value of an estimator determined from the values of the response variable for the control group and the experimental group at two periods: before and after the treatment effect. The determined estimator is an assessment of the average effect of the treatment on the response variable. The difference-in-differences method also takes into account an approach that considers the occurrence of the treatment effect, for individual units under study, at different periods. This model is referred to as a model with a staggered treatment adoption.

---

<sup>68</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

The purpose of this paper is to propose a modification of the difference-in-differences estimator for a model with a staggered treatment adoption. In addition, a simulation analysis of the proposed estimator and its applicability using economic data will be presented.