

Authors' contribution/  
Wkład autorów:  
A. Study design/  
Zaplanowanie badań  
B. Data collection/  
Zebranie danych  
C. Statistical analysis/  
Analiza statystyczna  
D. Data interpretation/  
Interpretacja danych/  
E. Manuscript preparation/  
Przygotowanie tekstu  
F. Literature search/  
Opracowanie  
piśmiennictwa  
G. Funds collection/  
Pozyskanie funduszy

**EX-ANTE ANALYSIS OF MACRO-REGIONAL DEVELOPMENT IN  
THE VISEGRAD COUNTRIES, WITH SPECIAL EMPHASIS ON SOME  
TURBULENT PERIODS**

**ANALIZA EX-ANTE ROZWOJU MAKROREGIONALNEGO W KRAJACH GRUPY  
WYSZEHRADZKIEJ, ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM WYBRANYCH  
OKRESÓW GWAŁTOWNYCH ZMIAN**

**György Kocziszky<sup>(A,B,D,E)</sup>1, Dóra Szendi<sup>(ABCD)</sup>1**

<sup>1</sup> Faculty of Economics, Institute of World and Regional Economics,  
University of Miskolc, Hungary

<sup>1</sup> Wydział Ekonomii, Instytut Ekonomii Światowej i Regionalnej,  
Uniwersytet w Miskolcu, Węgry

ORIGINAL ARTICLE

JEL code: O11, R11, R15

Submitted:  
April 2023

Accepted:  
May 2023

Tables: 10  
Figures: 3  
References: 56

ORYGINALNY ARTYKUŁ  
NAUKOWY

Klasyfikacja JEL: O11, R11, R15

Zgłoszony:  
kwiecień 2023

Zaakceptowany:  
maj 2023

Tabele: 10  
Rysunki: 3  
Literatura: 56

Citation:

Kocziszky, G., Szendi, D. (2023). Ex-ante analysis of macro-regional development in the Visegrad countries, with special emphasis on some turbulent periods / Analiza ex-ante rozwoju makroregionalnego w krajach Grupy Wyszehradzkiej, ze szczególnym uwzględnieniem wybranych okresów gwałtownych zmian. *Economic and Regional Studies*, 16(2), 147-170. <https://doi.org/10.2478/ers-2023-0011>

**Guest Editor** Dr. Katalin Liptak, PhD, Faculty of Economics, University of Miskolc, Hungary

**Abstract**

**Subject and purpose of work:** Monitoring the development of a given region and forecasting its potential changes is an evergreen topic in regional economic analysis. The aim of the current work is to analyse the development path of four Central-Eastern-European countries and create short term forecast for their development.

**Materials and methods:** The authors discuss and test an autoregressive model for short-run, ex-ante assessment of spatial development using data from four CEE countries (Poland, Czech Republic, Slovakia, Hungary).

**Results:** The research shows that the initial (1995-2021) development trajectories of the countries were still determined by the shocks of the transition period that started after 1990. The analysis shows that further development is essentially determined by inflationary pressures and changes in fiscal and monetary conditions.

**Conclusions:** The analysis shows that after a recovery period of 1.5-2 years, the countries could be back on the path of development from 2024 but starting from a lower level and at a more modest pace.

**Keywords:** forecasting, econometrics, development path, macroeconomics, complex index

**Streszczenie**

**Przedmiot i cel pracy:** Monitorowanie rozwoju danego regionu i prognozowanie jego potencjalnych zmian jest odwiecznym tematem w regionalnej analizie ekonomicznej. Celem niniejszej pracy jest analiza ścieżki rozwoju czterech krajów Europy Środkowo-Wschodniej i stworzenie krótkoterminowej prognozy ich rozwoju.

**Materiały i metody:** Autorzy omawiają i testują model autoregresyjny do krótkookresowej oceny ex ante rozwoju przestrzennego z wykorzystaniem danych z czterech krajów Europy Środkowo-Wschodniej (Polska, Czechy, Słowacja, Węgry).

**Wyniki:** Badanie pokazuje, że początkowe (1995-2021) trajektorie rozwoju krajów były nadal determinowane przez wstrząsy okresu transformacji, który rozpoczął się po 1990 roku.

**Address for correspondence / Adres korespondencyjny:** György Kocziszky, prof., (ORCID: 0000-0003-1864-1351), (regkagy@uni-miskolc.hu), Faculty of Economics, Institute of World and Regional Economics, University of Miskolc, Hungary; Dóra Szendi, PhD, (ORCID: 0000-0003-0010-9949) (dora.szendi@uni-miskolc.hu), Faculty of Economics, Institute of World and Regional Economics, University of Miskolc, Miskolc, Főépület, 3515, Hungary; phone: +36465651112283

**Journal included in:** AgEcon Search; AGRO; Arianta; Baidu Scholar; BazEkon; Cabell's Journalytics; CNKI Scholar (China National Knowledge Infrastructure); CNPIEC - cnpLINKer; Dimensions; EBSCO; ERIH PLUS (European Reference Index for the Humanities and Social Sciences); ExLibris; Google Scholar; Index Copernicus; J-Gate; JournalTOCs; KESLI-NDSL (Korean National Discovery for Science Leaders); MyScienceWork; Naver Academic; Naviga (Softweco); Polish Ministry of Science and Higher Education; QOAM (Quality Open Access Market); ReadCube; SCILIT; Semantic Scholar; TDNet; Ulrich's Periodicals Directory/ulrichsweb WanFang Data; WorldCat (OCLC); X-MOL

**Copyright:** © The Authors, 2023. **Publisher:** John Paul II University in Białą Podlaska, Poland.

Analiza pokazuje, że dalszy rozwój jest zasadniczo zdeterminowany przez presję inflacyjną oraz zmiany warunków fiskalnych i monetarnych.

**Wnioski:** Analiza pokazuje, że po okresie ożywienia trwającym 1,5-2 lata, kraje mogą powrócić na ścieżkę rozwoju od 2024 r., ale zaczynając od niższego poziomu i w mniejszym tempie.

**Słowa kluczowe:** prognozowanie, ekonometria, ścieżka rozwoju, makroekonomia, indeks złożony

## 1. The aim of the research

European economies are facing a difficult period. On the one hand, the Russian-Ukrainian war has disrupted the economic recovery after the COVID pandemic, and on the other, a struggle has begun to shape a new world order. Both have and will continue to have a major impact on labour, energy and financial markets, supply chains and the environment.

In our changing world, the countries of Central and Eastern Europe are in a unique situation. The transformation that has taken place over the last 30 years has been beneficial for their economic growth and development. However, rapid convergence towards the EU average has been lagging (Benedek, 2021).

Understandably, researchers are paying increasing attention to the economic and socio-political causes and consequences of this. What economic policy instruments can be used to accelerate the convergence, which is slower than expected?

International organisations (e.g., UN, OECD, EU), governments and research institutes are attempting to take stock of the factors that determine development and how they can be influenced. However, no consistent methodology for accounting, assessing, forecasting and monitoring the measurement of development (similarly to economic growth) has been developed.

In this study, it is attempted to seek answers to three questions:

- a) How can territorial development be measured using a complex index (the result of aggregating indicators with different units of measurement)?
- b) What model can be used to analyse ex-ante trends in development indicators, particularly in the current turbulent economic context?
- c) How can the development of the four CEE countries proceed between 2022 and 2025?

This paper consists of three parts. In the first part, the methods used in short-term macroeconomic forecasting are briefly summarised, and in the second part the indicators of the model used, the methodology of the complex development index and the logical process of the forecasting are presented. The goodness of fit of the model is tested on the 1995-2021 database. Finally, the characteristics of the baseline and risk paths of the development of the group of countries under study is briefly analysed and compared with the results of an earlier ex-post study (Kocziszky, Szendi, 2023).

## 1. Cel opracowania

Nadeszły trudne czasy dla europejskich gospodarek. Wojna rosyjsko-ukraińska zakłóciła proces ożywienia gospodarczego po pandemii COVID, jesteśmy też świadkami kształtowania się nowego ładu światowego. Okoliczności te mają i nadal będą mieć znaczący wpływ na rynek pracy, sytuację energetyczną, rynki finansowe, łańcuchy dostaw i środowisko. W zmieniającym się świecie kraje Europy Środkowo-Wschodniej znajdują się w wyjątkowej sytuacji. Transformacja, jaka się w nich dokonała w ciągu ostatnich 30 lat, była motorem napędowym wzrostu gospodarczego i rozwoju. Tempo postępującej konwergencji w kierunku średniej UE uznaje się jednak za niewystarczające (Benedek, 2021).

Zrozumiałe jest, że badacze zwracają coraz większą uwagę na ekonomiczne i społeczno-polityczne przyczyny i konsekwencje tego zjawiska. Zadają sobie pytanie o to, jakich instrumentów polityki gospodarczej można użyć, by przyspieszyć wolniejszą niż oczekiwano konwergencję?

Organizacje międzynarodowe (np. ONZ, OECD, UE), rządy i instytuty badawcze opracowują zestawienia czynników determinujących rozwój i wskazują sposoby, w jakie można go kształtować. Nie wypracowano jednak jak dotąd żadnej spójnej metodyki rozliczania, oceny, prognozowania i monitorowania pomiaru rozwoju (podobnie jak wzrostu gospodarczego).

W niniejszym opracowaniu podjęto próbę odpowiedzi na trzy pytania:

- a) Jak można mierzyć rozwój terytorialny przy użyciu złożonego wskaźnika (powstałego w wyniku agregacji wskaźników wyrażonych różnymi jednostkami miary)?
- b) Jaki model można zastosować do analizy ex-ante trendów we wskaźnikach rozwoju, szczególnie w obecnej wysoce zmiennej sytuacji gospodarczej?
- c) Jak może przebiegać rozwój czterech krajów Europy Środkowo-Wschodniej w latach 2022-2025?

To opracowanie składa się z trzech części. W pierwszej części przedstawiono krótkie podsumowanie metod stosowanych w krótkookresowym prognozowaniu makroekonomicznym; w drugiej części omówiono wskaźniki uwzględnione w wykorzystanym modelu, metodologię złożonego wskaźnika rozwoju oraz logiczny proces prognozowania. Dopasowanie modelu przetestowano na bazie danych z lat

## 2. Theoretical and methodological background

Development and growth are key topics in regional economics, not least because of the causal relationship between economic development and quality of life (Headey, Muffels, Wooden, 2008). It is no surprise that the spatial development documents of the European Union and its member states pay special attention to supporting holistic development processes and monitoring the results achieved (Damsgaard et al., 2011; EU, 2012; EU, 2015a; EU, 2015b; EU, 2018; EC, 2020a; EC, 2022; Ministry of Development, 2022).

Territorial or macro regional development is one of the most used concepts in the literature, although its definition, and even less so the methodology of its measurement, is far from uniform. This is supported by the fact that several publications still identify development with growth in gross domestic product. Other documents (e.g., Damsgaard et al., 2011; Europe 2020 strategy, EC, 2020a; European Union Strategy for Danube Region, EC, 2020b; Szendi, Kocziszky, 2022; Territorial Agenda 2030) aim to promote integrated growth (which is essentially a synonym for development) (i.e., the factors that determine development, such as employment, training, energy use and innovation).

The only consensus is that economic, social and environmental indicators should be considered when measuring country level or territorial development, but opinions differ on which indicators should be included and the methodology for integrating them (BMZ, 2012; Kozak, Grzeda, 2019; Adamowicz, 2020). As a result, several complex indicators take into account factors other than economic output (GDP) (Table 1). The problem is that their application is difficult due to the lack of time-series data, which makes international comparisons difficult.

1995-2021. Na koniec pokrótce przeanalizowano charakterystykę sytuacji wyjściowej i ścieżek ryzyka rozwoju badanej grupy krajów i porównano je z wynikami wcześniejszego badania ex post (Kocziszky, Szendi, 2023).

## 2. Podstawy teoretyczne i metodologiczne

Rozwój i wzrost to kluczowe zagadnienia ekonomii regionalnej, głównie ze względu na zależności między rozwojem gospodarczym a jakością życia (Headey, Muffels, Wooden, 2008). Nie dziwi fakt, że w dokumentach planistycznych Unii Europejskiej i jej państw członkowskich zwraca się szczególną uwagę na wspieranie holistycznych procesów rozwojowych i monitorowanie osiąganych rezultatów (Damsgaard i in. 2011; UE, 2012; UE, 2015a; UE, 2015b; UE, 2018; KE, 2020a; KE, 2022; Ministerstwo Rozwoju, 2022).

Jednym z najczęściej używanych pojęć w literaturze przedmiotu jest rozwój terytorialny lub makroregionalny, choć jego definicja, a tym bardziej metodologia jego pomiaru, nie jest spójna. Wystarczy wspomnieć, że w wielu publikacjach rozwój nadal utożsamiany jest ze wzrostem produktu krajowego brutto. Inne dokumenty (np. Damsgaard i in. 2011; Europe 2020 strategy, EC, 2020a; European Union Strategy for Danube Region, EC, 2020b; Szendi, Kocziszky, 2022; Territorial Agenda 2030) mają na celu promowanie zintegrowanego wzrostu (który jest zasadniczo synonimem rozwoju) (tj. czynników determinujących rozwój, takich jak: zatrudnienie, edukacja, zużycie energii i innowacje).

Panuje zgoda co do tego, że przy mierzeniu poziomu rozwoju kraju lub rozwoju terytorialnego należy brać pod uwagę wskaźniki ekonomiczne, społeczne i środowiskowe, ale panują różne opinie co do tego, które wskaźniki należy uwzględnić i jaką metodologię ich integracji zastosować (BMZ, 2012; Kozak, Grzeda, 2019; Adamowicz, 2020). W efekcie w kilku złożonych wskaźnikach uwzględnia się czynniki inne niż produkt gospodarczy brutto (PKB) (Tabela 1). Problem polega na tym, że trudno je zastosować w praktyce ze względu na brak danych szeregów czasowych, co utrudnia porównania międzynarodowe.

**Table 1.** Aggregate indicators for measuring macro-development (literature review)**Tabela 1.** Zagregowane wskaźniki do pomiaru makrorozwoju (przegląd literatury)

No./ Lp.	Name / Nazwa	Indicators and applied methodology / Wskaźniki i zastosowana metodyka	Source / Źródło	Notes / Uwagi
1	World Development Indicators (World-bank) / Światowe wskaźniki rozwoju (Bank Światowy)	six sets of indicators (poverty and inequality, people, environment, economy, states and markets, global relations), 1591 indicators, 264 countries / sześć zestawów wskaźników (ubóstwo i nierówność, kapitał ludzki, środowisko, gospodarka, państwa i rynki, stosunki globalne), 1591 wskaźników, 264 kraje	<a href="https://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/">https://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/</a>	no complex indicator is created / brak złożonego wskaźnika
2	E-Government Development Index (EGDI) (UN) / Indeks rozwoju e-administracji (EGDI) (ONZ)	three dimensions (online services, telecommunication infrastructure, human capital); Z-score standardisation, the weighted average of the three components / trzy wymiary (usługi online, infrastruktura telekomunikacyjna, kapitał ludzki); standaryzacja Z-score, średnia ważona trzech składników	<a href="https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/About/Overview/-E-Government-Development-Index">https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/About/Overview/-E-Government-Development-Index</a>	$EGDI = 1/3 (OSI_{normalized} + TII_{normalized} + HCI_{normalized})$
3	Culture for Development Indicators (CDIS) (UNESCO) / Wskaźniki dla obszaru współzależności kultury i rozwoju (CDIS) (UNESCO)	7 sets of indicators (economy, education, governance, participation, gender, communication, heritage), 22 indicators / 7 zestawów wskaźników (gospodarka, edukacja, zarządzanie, partycypacja, płeć, komunikacja, dziedzictwo), 22 wskaźniki	<a href="https://en.unesco.org/creativity/activities/cdis">https://en.unesco.org/creativity/activities/cdis</a>	each indicator has its calculation methodology / każdy wskaźnik z własną metodologią obliczeń
4	Human Development Index (HDI) (UN) / Wskaźnik rozwoju społecznego (HDI) (ONZ)	three indicators (GNI per capita, life expectancy, education data), the geometric mean of the sub-indices / trzy wskaźniki (DNB per capita, oczekiwana długość życia, dane dotyczące edukacji), średnia geometryczna wskaźników cząstkowych	<a href="https://hdr.undp.org/content/human-development-report-2020">https://hdr.undp.org/content/human-development-report-2020</a>	$HDI = (I_{Lifeexp} * I_{Education} * I_{Income})^{1/3}$
5	Sustainable Development Goals (SDG) (UN) / Cele zrównoważonego rozwoju (SDG) (ONZ)	17 sets of indicators for countries to measure progress towards the targets / 17 zestawów wskaźników do mierzenia postępów w realizacji celów	<a href="https://sdgs.un.org/goals">https://sdgs.un.org/goals</a>	-
6	Regional Competitiveness Index (European Commission) / Indeks konkurencyjności regionów (Komisja Europejska)	74 indicators in 11 pillars; three sub-indices: competitiveness core, efficiency and innovation; weighted average calculation / 74 wskaźniki w 11 filarach; trzy wskaźniki cząstkowe: konkurencyjność, efektywność i innowacyjność; obliczenie średniej ważonej	Dijkstra, Annoni, Kozovska, (2011): A New Regional Competitiveness Index: Theory, Methods and Findings.	dimensions: core, efficiency and innovation. the arithmetic mean of dimension values. $RCI = w_{core} * RCI_{core} + w_{eff} * RCI_{eff} + w_{inn} * RCI_{inn}$ / wymiary: konkurencyjność jako rdzeń, wydajność i innowacyjność. średnia arytmetyczna wartości wymiarów $RCI = w_{core} * RCI_{core} + w_{eff} * RCI_{eff} + w_{inn} * RCI_{inn}$

No./ Lp.	Name / Nazwa	Indicators and applied methodology / Wskaźniki i zastosowana metodyka	Source / Źródło	Notes / Uwagi
7	DESI (Digital Economy and Society Index) (European Commission) / DESI (Indeks gospodarki cyfrowej i społeczeństwa cyfrowego) (Komisja Europejska)	4 dimensions: human capital, connectivity, digital technology integration, digital public services; 32 indicators, min-max normalisation, the sum of the four sub-indices / 4 wymiary: kapitał ludzki, łączność, integracja technologii cyfrowych, cyfrowe usługi publiczne; 32 wskaźniki, normalizacja wartości min-maks., suma czterech indeksów podrzędnych	<a href="https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi">https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi</a>	DESI = Human capital * 0.25 + Connectivity * 0.25 + Digital Technology Integration * 0.25 + Digital Public Services * 0.25 / DESI = kapitał ludzki * 0,25 + łączność * 0,25 + integracja technologii cyfrowych * 0,25 + cyfrowe usługi publiczne * 0,25
8	Competitiveness Report (Hungarian National Bank) / Raport o konkurencyjności (Narodowy Bank Węgier)	7 pillars (macro economy and finance, financial system, enterprise sector, human capital, environment, infrastructure, public administration), 36 indicators / 7 filarów (makroekonomia i finanse, system finansowy, sektor przedsiębiorstw, kapitał ludzki, środowisko, infrastruktura, administracja publiczna), 36 wskaźników	<a href="https://www.mnb.hu/letoltes/versenyke-pesse-gi-jelente-s-hun-2021-1018.pdf">https://www.mnb.hu/letoltes/versenyke-pesse-gi-jelente-s-hun-2021-1018.pdf</a>	$I = \sum_{i=1}^n RI/n$

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

The literature is far from uniform on the methodological basis and reliability of short-term forecasts. Some authors, therefore, question the relevance of the forecasts, especially after the 2008 financial crisis. Despite the mostly valid criticisms (Zimmermann, 2009; Heilemann, 2009; Morikawa, 2019), however, analysts are continuously working on their forecasts, not least because of the growing demand from economic and social policymakers for at least an insight into expected trends (Koll, 2009).

Partial (e.g., labour market (e.g., Fehr, 2011; IAB, 2010), economic output (Kirchgässner, Savioz, 2001; Gillmann et al. 2019; Fehr, 2011; Sedillot, Pain, 2003; Mourougane, 2006), etc.) and then national economic projections have appeared in the literature since the late 1970s, which rely on three methods or combinations of them.

It relies on the knowledge of subjective forecasting (e.g., Delphi method, historical analogy) experts, based on a holistic approach (Tiberius, Gojowy, Dabic, 2022).

One of the most common used methodologies is the time-series and panel econometric methods, most of which assume an equilibrium or near-equilibrium state of the economy. Most of the models used are autoregressive (AR, ARMA, ARIMA, DSGE), i.e., they incorporate trends from the previous period (e.g., Cripps, 2014; Seto et al. 2016). They assume institutional and structural stability so that the characteristics of the future event series can be

Literatura przedmiotu jest wysoce zróżnicowana pod względem podstaw metodologicznych i wiarygodności prognoz krótkookresowych. Z tego powodu niektórzy autorzy kwestionują trafność prognoz, zwłaszcza po kryzysie finansowym z 2008 roku. Pomimo w większości zasadnej krytyki (Zimmermann, 2009; Heilemann, 2009; Morikawa, 2019), analitycy nieustannie opracowują nowe prognozy, między innymi ze względu na rosnące zapotrzebowanie ze strony decydentów gospodarczych i społecznych, którzy chcą mieć wgląd w prognozowane trendy (Koll, 2009).

Od końca lat 70. w literaturze pojawiają się prognozy częściowe (np. rynek pracy (np. Fehr, 2011; IAB, 2010), prognozy w zakresie wyniku gospodarczego (Kirchgässner, Savioz, 2001; Gillmann i in. 2019; Fehr, 2011; Sedillot, Pain, 2003; Mourougane, 2006), etc.), a następnie krajowe prognozy gospodarcze, które opierają się na trzech metodach lub ich kombinacjach.

Prognozy opierają się na wiedzy ekspertów w zakresie prognozowania subiektywnego (np. metoda Delphi, analogia historyczna), którego podstawą jest podejście holistyczne (Tiberius, Gojowy, Dabic, 2022).

Jedną z najczęściej stosowanych metodologii jest metoda szeregów czasowych i panelowe metody ekonometryczne, z których większość zakłada stan równowagi lub bliski równowagi stan gospodarki. Większość wykorzystywanych modeli to modele autoregresyjne (AR, ARMA, ARIMA, DSGE),

derived from a sufficiently long time series sample because it is assumed that the average characteristics of the previous period are also valid. The path dependency of the event series can be substantially affected (Ackermann, 2001; Eckey, Schwengler, Türck, 2007; Martin, 2010):

- the timeframe of the observation;
- exogenous (e.g., blockade, embargo, institutional, world market, etc.) and endogenous (e.g., innovation, human resource development, etc.) shocks other than previous events;
- the self-exciting tendency, i.e., the commitment to continue along the development paths already taken (e.g., technical, technological, organisational, etc.);
- stability of a near-equilibrium state;
- lack of capacity to change.

In addition to many benefits (e.g., survival of values, the continuation of improvements, etc.), the lock-in effect also entails risks (e.g., persistence of bad practices, loss of willingness to change, inflexibility, complacency, etc.).

The majority of models have a limited ability to account for exogenous shocks or provide consistent, unbiased estimates under strong constraints (e.g., homoscedasticity, independence, zero expected error) (e.g., Fehr, 2011; Fenz, Spitzer, 2005).

Prediction with an evolutionary algorithm takes several models as a starting point, selects the one that produces the best results, and then combines the properties of the selected models to construct a new model whose properties can be varied randomly (heuristically) (Barto, Dietterich, 2004; Biau, D'Elia, 2010; Jung, Patnam, Ter-Martirosyan, 2018).

The mixed (combined) models add an expert panel to some statistical procedures to examine changes over the time horizon under consideration. This method is used by the OECD (Sedillot, Pain, 2003; Mourougane, 2006) and in the Hungarian central bank's inflation forecasts (MNB, 2022).

Methods differ not only in the time horizon over which they rely on past events, but also in their ability to deal with turbulence (e.g., financial crises, pandemic shocks, etc.) within the ex-ante time horizon under consideration, and in what form (random or cyclical recurrence).

czyli uwzględniają trendy z poprzedniego okresu (np. Cripps, 2014; Seto i in. 2016). Zakłada się w nich stabilność instytucjonalną i strukturalną, tak aby można było wyprowadzać charakterystykę przyszłych serii zdarzeń z próby wystarczająco długich szeregów czasowych, ponieważ zgodnie z założeniem uśrednione charakterystyki z poprzedniego okresu również są istotne. Może to znacząco wpłynąć na zależność od ścieżki (*path dependency*) serii zdarzeń (Ackermann, 2001; Eckey, Schwengler, Türck, 2007; Martin, 2010):

- ramy czasowe obserwacji;
- wstrząsy zewnętrzne (np. blokada, embargo, rynek instytucjonalny, rynek światowy itp.) i wewnętrzne (np. innowacje, rozwój zasobów ludzkich itp.) inne niż wcześniejsze zdarzenia;
- tendencja samowzbudzająca się, czyli zobowiązanie do kontynuacji obranych już ścieżek rozwoju (np. technicznych, technologicznych, organizacyjnych itp.);
- stabilność stanu bliskiego równowagi;
- niezdolność do zmian.

Oprócz wielu korzyści (np. przetrwanie wartości, kontynuacja ulepszeń itp.), efekt blokady niesie ze sobą również zagrożenia (np. utrzymywanie się złych praktyk, utrata chęci do zmian, brak elastyczności, stan samozadowolenia itp.).

Możliwość wyjaśnienia wstrząsów zewnętrznych przy użyciu większości modeli jest ograniczona, podobnie jak zdolność do zapewniania spójnych, obiektywnych szacunków przy istotnych ograniczeniach (np. homoskedastyczność, niezależność, zerowy błąd oczekiwany) (np. Fehr, 2011; Fenz, Spitzer, 2005).

Predykcja za pomocą algorytmu ewolucyjnego za punkt wyjścia przyjmuje kilka modeli i wybiera ten, który daje najlepsze wyniki, a następnie łączy właściwości wybranych modeli, aby skonstruować nowy model, którego właściwości można zmieniać losowo (heurystycznie) (Barto, Dietterich, 2004; Biau, D'Elia, 2010; Jung, Patnam, Ter-Martirosyan, 2018).

W modelach mieszanych (połączonych) do niektórych procedur statystycznych dodaje się panel ekspertów w celu zbadania zmian w rozważanym horyzoncie czasowym. Metodę tę stosuje OECD (Sedillot, Pain, 2003; Mourougane, 2006) oraz Węgierski Bank Centralny w prognozowaniu inflacji (MNB, 2022).

Metody różnią się nie tylko horyzontem czasowym, w ramach którego dana metodologia czerpie dane na temat przeszłych zdarzeń, ale także zdolnością do uwzględnienia wstrząsów (np. kryzysami finansowymi, wstrząsami związanymi z pandemią itp.) w rozważanym horyzoncie czasowym ex ante, a także ich charakterystyki (powtarzalność losowa czy cykliczna).

### 3. Model used in this research

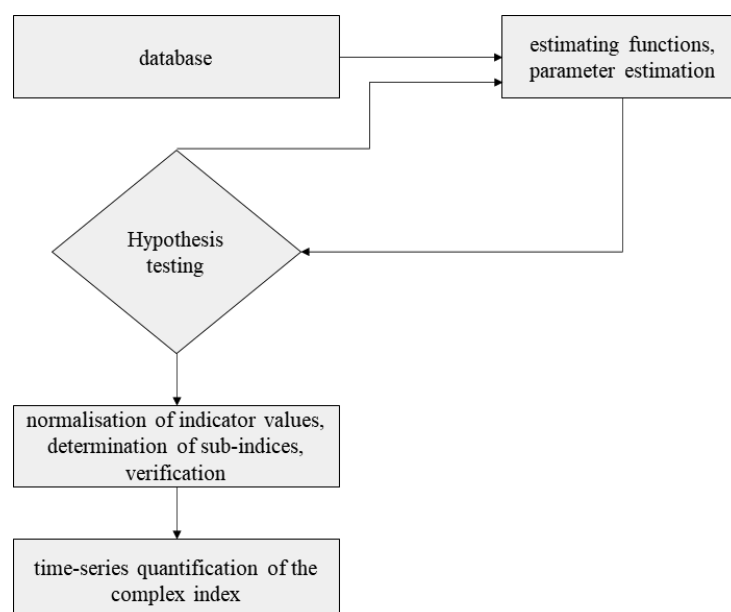
The model for predicting the level of development consists of five steps (Figure 1):

- compiling and quantifying indicators to describe progress,
- estimating function, estimating parameters,
- the normalisation of indicator values, quantification, and verification of sub-indices,
- determination of time-series values of the complex index describing spatial development, plotting of development trajectories.

### 3. Model wykorzystany na potrzeby tego opracowania

Model prognozowania poziomu rozwoju składa się z pięciu kroków (Rysunek 1):

- opracowywanie i kwantyfikowanie wskaźników opisujących postęp,
- funkcja estymacji, estymacja parametrów,
- normalizacja wartości wskaźników, kwantyfikacja i weryfikacja wskaźników cząstkowych,
- wyznaczanie wartości szeregów czasowych złożonego wskaźnika opisującego rozwój regionalny, nakreślanie trajektorii rozwoju.



**Figure 1.** The logical process of the forecasting

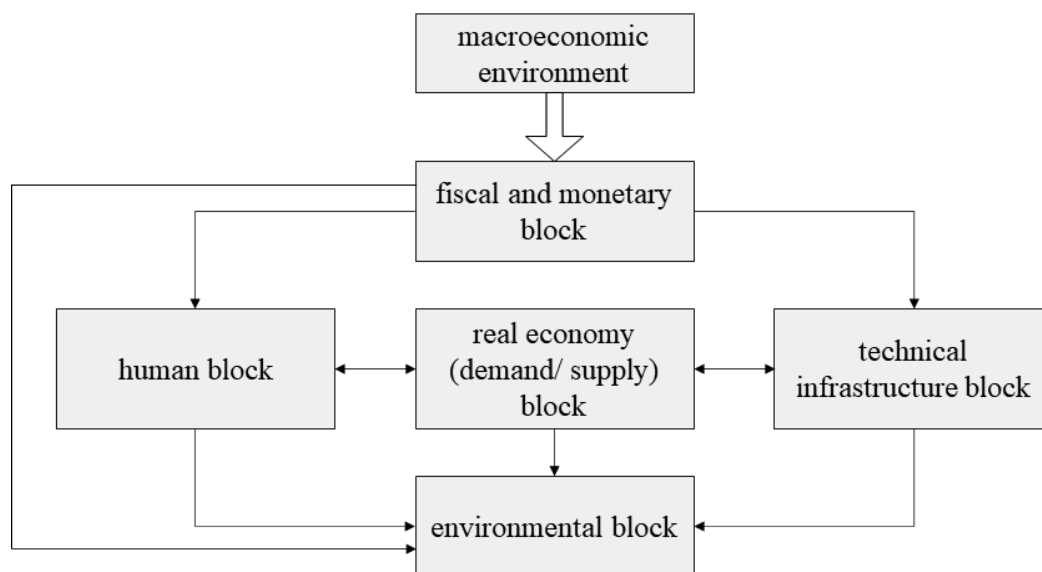
**Rysunek 1.** Logiczny proces prognozowania

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

In constructing this model, the external and internal impacts affecting the national economy have been taken into account. The model is structured in five blocks (real economy, technical infrastructure, human, environmental, fiscal and monetary) (Figure 2).

Przy konstruowaniu tego modelu uwzględniono wpływy zewnętrzne i wewnętrzne oddziałujące na gospodarkę narodową. Model składa się z pięciu bloków (gospodarka realna, infrastruktura techniczna, kapitał ludzki, środowisko, blok fiskalny i monetarny) (Rysunek 2).



**Figure 2.** Structure of the forecasting model and the blocks of complex development index  
**Rysunek 2.** Struktura modelu prognostycznego i bloki złożonego wskaźnika rozwoju

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

The model uses a single sector, coherent with Post-Keynesian economics. Accordingly, fiscal, and monetary impulses increase output by expanding investment and consumption, improve human and technical infrastructure, and have an impact on environmental pressures.

### 3.1 Database of the model

Economic development means more and qualitatively different (e.g., higher education, longer life expectancy in good health, etc.) than expanding output (Kocziszky, Szendi, 2021). In other words, economic growth is an important but not sufficient condition for development (Kocziszky, Benedek, 2012). Even with rapid growth, more modest development can be achieved, or even modest output growth can induce greater improvements in quality of life (Gillmann et al., 2019).

When selecting indicators to describe the development, comparability between countries and objectivity were important considerations (the data we selected are regularly published by national statistical offices).

The indicators were chosen on the basis that a country's development is determined by a combination of economic output, infrastructure and environmental factors. Social well-being is influenced by the quality of services and the environment. The five sets of indicators (real economic, fiscal and monetary, human, technical infrastructure and environmental) interact with each other.

Accordingly, this database consists of 37 variables, which can be used to construct five

W modelu wykorzystano jeden sektor spójny z ekonomią postkeynesowską. Oznacza to, że impulsy fiskalne i monetarne zwiększają produkcję poprzez pobudzanie inwestycji i konsumpcji, korzystnie wpływają na infrastrukturę kapitału ludzkiego i infrastrukturę techniczną oraz kształtują presję środowiskową.

### 3.1 Baza danych modelu

Rozwój gospodarczy oznacza coś więcej i jakościowo coś innego niż osiąganie lepszego wyniku gospodarczego (np. zdobywanie wyższego wykształcenia, dłuższe życie w dobrym zdrowiu itp.) (Kocziszky, Szendi, 2021). Innymi słowami, wzrost gospodarczy jest ważnym, ale niewystarczającym warunkiem rozwoju (Kocziszky, Benedek, 2012). Nawet szybki wzrost może przekładać się na skromny rozwój, z kolei nawet niewielki wzrost produkcji może spowodować większą poprawę jakości życia (Gillmann i in. 2019).

Przy wyborze wskaźników opisujących rozwój uwzględniano ich porównywalność między krajami i obiektywność (wybrane dane są regularnie publikowane przez krajowe urzędy statystyczne).

Wybór wskaźników był podyktowany tym, że rozwój kraju jest uwarunkowany całym zestawem wyników gospodarczych, infrastruktury i czynników środowiskowych. Na dobrostan społeczny wpływa też jakość usług i środowisko. Pięć zestawów wskaźników (realna gospodarka, blok fiskalny i monetarny, kapitał ludzki, infrastruktura techniczna i środowisko) wzajemnie na siebie oddziałują.

Baza składa się zatem z 37 zmiennych, z których można zbudować pięć wskaźników cząstkowych (wynik gospodarczy, sytuacja fiskalna i monetarna,



sub-indices (economic output, fiscal and monetary situation, human, technical infrastructure, and ecological environment) (Table 2). The choice of indicators was based on the international practice (mainly OECD and EU) of using the most frequently monitored data, which are annual in frequency and are available from national statistical offices and Eurostat databases.

kapitał ludzki, infrastruktura techniczna i środowisko) (Tabela 2). Wyboru wskaźników dokonano w oparciu o międzynarodową praktykę (głównie OECD i UE) wykorzystywania najczęściej monitorowanych danych, które są aktualizowane co roku i są dostępne w krajowych urzędach statystycznych oraz bazach danych Eurostatu.

**Table 2.** Indicators used in the model

**Tabela 2.** Wskaźniki użyte w

block / blok	No. / Lp.	indicator / wskaźnik
real economy block / blok realnej gospodarki	1.	GDP/capita (USD, PPS) / PKB/mieszkańca (USD, PPS)
	2.	trade balance (% of GDP) / bilans handlowy (% PKB)
	3.	investments (% of GDP) / inwestycje (% PKB)
	4.	labour productivity / wydajność pracy
	5.	patent applications per 10,000 inhabitants / zgłoszenia patentowe na 10 tys. mieszkańców
	6.	number of active enterprises per 1,000 inhabitants / liczba aktywnych przedsiębiorstw na 1000 mieszkańców
	7.	FDI inflow (% of GDP) / napływ BIZ (% PKB)
	8.	activity rate (%) / wskaźnik aktywności (%)
	9.	R&D expenditures (% of GDP) / wydatki na badania i rozwój (% PKB)
	10.	unemployment rate (%) / wskaźnik bezrobocia (%)
	11.	income per household (USD, PPS) / dochód na gospodarstwo domowe (USD, PPS)
	12.	dependency ratio (share of the population aged 0-14 years/share of the active population (15-64 years) (%) / wskaźnik obciążenia demograficznego (odsetek ludności w wieku 0-14 lat/odsetek ludności aktywnej zawodowo (15-64 lata) (%)
	13.	gross average wages (USD) / średnie wynagrodzenie brutto (USD)
	14.	household consumption per capita (PPP, USD) / konsumpcja gospodarstw domowych per capita (PPP, USD)
fiscal and monetary block / blok fiskalny i monetarny	15.	government debt (% of GDP) / dług publiczny (% PKB)
	16.	consumer price index (%) / indeks cen konsumpcyjnych (%)
	17.	budget deficit (% of GDP) / deficyt budżetowy (% PKB)
	18.	current account balance (% of GDP) / saldo obrotów bieżących (% PKB)
	19.	long-term interest rate (%) / długoterminowa stopa procentowa (%)
	20.	exchange rate (%/year) / kurs wymiany (%/rok)

block / blok	No. / Lp.	indicator / wskaźnik
human block / blok kapitału ludzkiego	21.	doctors per 1000 inhabitants / liczba lekarzy na 1000 mieszkańców
	22.	hospital beds per 1000 inhabitants / liczba łóżek szpitalnych na 1000 mieszkańców
	23.	healthcare expenditures (% of GDP) / wydatki na opiekę zdrowotną (% PKB)
	24.	education expenditures (% of GDP) / wydatki na edukację (% PKB)
	25.	tertiary education students per 1000 inhabitants (head) / liczba studentów szkół wyższych na 1000 mieszkańców
	26.	population growth (%) / wzrost populacji (%)
technical infrastruc- ture block / blok infrastruktury technicznej	27.	secondary utility gap (the gap between the ratio of dwellings connected to the public drink- ing water-conduit network and the ratio of dwellings connected to the public sewerage) / luka użyteczności wtórnej (różnica między odsetkiem mieszkań podłączonych do publicznej sieci wodociągowej a odsetkiem mieszkań podłączonych do publicznej kanalizacji)
	28.	built houses per 10,000 inhabitants / wybudowane mieszkania na 10 000 mieszkańców
	29.	passenger cars per 1000 inhabitants / samochody osobowe na 1000 mieszkańców
	30.	length of motorway per 100,000 inhabitants / kilometry autostrad na 100 tys. mieszkańców
	31.	gas consumption per inhabitants / zużycie gazu na mieszkańca
	32.	price of gas (euro/100 m <sup>3</sup> ) / cena gazu (euro/100 m <sup>3</sup> )
ecological environment block / blok środowiskowy	33.	waste generated per 1 inhabitant (kg) / wytwarzane odpady na 1 mieszkańca (kg)
	34.	greenhouse gas emissions (1990=100%) / emisje gazów cieplarnianych (1990=100%)
	35.	electricity consumption per person (GWh/cap) / zużycie energii elektrycznej na osobę (GWh/cap)
	36.	share of renewables in total energy consumption (%) / udział OZE w całkowitym zużyciu energii (%)
	37.	price of electricity (euro/kWh) / cena energii elektrycznej (euro/kWh)

Source: Own elaboration<sup>1</sup>.

Źródło: Opracowanie własne<sup>1</sup>.

### 3.2 Blocks and estimating functions of the model

This model predicts short-term processes (4-year time horizon). Therefore, the unit root variables are trend-filtered, and the cyclical components are determined. Using a Hodrick-Prescott (H-P) filter, the trend was decomposed into two components, growth, and cyclical. (The smoothness parameter of the H-P can be determined from the ratio of the standard deviation of the cyclical and growth components  $(\sqrt{\lambda^2} = \frac{\sigma_c}{\sigma_g})$ . On this basis, the  $\lambda = 1600$  value was chosen.)

### 3.2 Bloki i funkcje szacujące modelu

Model ten przewiduje procesy krótkookresowe (4-letni horyzont czasowy). Zmienne pierwiastków jednostkowych są filtrowane według trendu i określone są składowe cykliczne. Trend został rozłożony na dwie składowe, wzrostową i cykliczną, korzystając z filtra Hodricka-Prescotta (H-P). (Parametr gładkości H-P można wyznaczyć ze stosunku odchylenia standardowego składników cyklicznych i wzrostowych  $(\sqrt{\lambda^2} = \frac{\sigma_c}{\sigma_g})$ . Na tej podstawie wybrano wartość  $\lambda = 1600$ ).

<sup>1</sup> The selection of indicators for the given blocks was supported among others (and besides the authors' considerations) e.g., by the suggestions of OECD (2004) and European Parliament (2021).

Dobór wskaźników do danych bloków poparto (poza rozważaniami autorów) m.in. sugestiami OECD (2004) i Parlamentu Europejskiego (2021).

Given that some of our indicators are expressed as a percentage of GDP, shocks may have a feedback effect on the equilibrium level of some of the variables. The data series are estimated one by one using the ordinary least squares method.

### Real economy block

The size of the output is modelled using the aggregate consumption (C), investment (I) and net exports (NE) data on the consumption side.

Due to the global power shift, the external trade balance is of particular importance, showing a medium-strong correlation with the number of active enterprises, labour productivity and FDI inflows (Table 3).

**Table 3.** Macro-equations of the real economic block

**Tabela 3.** Makrorównania realnego bloku ekonomicznego

Macro-equations / Makrorównania
<ul style="list-style-type: none"> <li>specific output=constant+<math>\beta_1</math> aggregate consumption+<math>\beta_2</math> aggregate investment+<math>\beta_3</math> net export+<math>\beta_4</math> population+<math>\varepsilon(t)</math> / specyficzny wskaźnik produktu=stała+<math>\beta_1</math> konsumpcja ogółem+<math>\beta_2</math> inwestycje ogółem+<math>\beta_3</math> eksport netto+<math>\beta_4</math> populacja+<math>\varepsilon(t)</math></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>aggregate consumption=constant+<math>\beta_5</math> household income+<math>\beta_6</math> employment rate+<math>\beta_7</math> real interest rate+<math>\beta_8</math> budget deficit+<math>\varepsilon(t)</math> / konsumpcja ogółem=stała+<math>\beta_5</math> przychód gospodarstwa domowego+<math>\beta_6</math> wskaźnik zatrudnienia+<math>\beta_7</math> realna stopa procentowa+<math>\beta_8</math> deficyt budżetowy+<math>\varepsilon(t)</math></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>aggregate investment=constant+<math>\beta_9</math> export+<math>\beta_{10}</math> real interest rate+<math>\beta_{11}</math> output gap+<math>\beta_{12}</math> budget deficit+<math>\beta_{13}</math> average exchange rate+<math>\varepsilon(t)</math> / inwestycje ogółem=stała+<math>\beta_9</math> eksport+<math>\beta_{10}</math> realna stopa procentowa+<math>\beta_{11}</math> luka produktowa+<math>\beta_{12}</math> deficyt budżetowy+<math>\beta_{13}</math> średni kurs wymiany+<math>\varepsilon(t)</math></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>aggregate net export=constant+<math>\beta_{14}</math> average exchange rate+<math>\beta_{15}</math> real interest rate+<math>\beta_{16}</math> output gap+<math>\beta_{17}</math> FDI+<math>\varepsilon(t)</math> / zagregowany eksport netto=stała+<math>\beta_{14}</math> średni kurs wymiany+<math>\beta_{15}</math> realna stopa procentowa+<math>\beta_{16}</math> luka produktowa+<math>\beta_{17}</math> FDI+<math>\varepsilon(t)</math></li> </ul>

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

The model calculates specific real emissions as follows: *specific real output=output/(population\*deflator)*.

Aggregate (household and public) consumption is mainly influenced by family income, real interest rates, employment (Okun's law), and the age distribution of the population, where the

Biorąc pod uwagę, że niektóre ze wskaźników są wyrażone jako procent PKB, wstrząsy mogą mieć efekt sprzężenia zwrotnego na poziomie równowagi niektórych zmiennych. Serie danych szacuje się jeden po drugim przy użyciu zwykłej metody najmniejszych kwadratów.

### Blok realnej gospodarki

Wielkość produkcji modeluje się za pomocą zagregowanych danych o konsumpcji (C), inwestycjach (I) i eksporcie netto (NE) po stronie konsumpcji.

Ze względu na zmiany w globalnej równowadze sił szczególnie znaczenie ma saldo handlu zagranicznego, wykazujące średnio-silną korelację z liczbą aktywnych przedsiębiorstw, wydajnością pracy i napływem BIZ (Tabela 3).

Model wylicza konkretne rzeczywiste emisje w następujący sposób: *konkretny rzeczywisty wynik=wynik/(populacja\*deflator)*.

Na łączną konsumpcję (gospodarstw domowych i publiczną) wpływają głównie dochody gospodarstw domowych, realne stopy procentowe, zatrudnienie (prawo Okuna) oraz rozkład wieku populacji, gdzie

$$\text{real interest rate}(t) = \frac{1 + \text{nominal interest rate}(t)}{1 + \text{inflation rate}(t)} - 1$$

Rising real interest rates strengthen the exchange rate, lowering inflation and investment expectations, and thus labour demand. Therefore, consumption and specific output are expected to be lower, as well as inflation expectations (Sanchez, 2005).

Rosnące realne stopy procentowe wzmacniają kurs walutowy, co wiąże się z obniżeniem oczekiwań inflacyjnych i inwestycyjnych, a tym samym popytu na pracę. Oczekuje się zatem, że konsumpcja i specyficzny wskaźnik produktu będą niższe, podobnie jak oczekiwania inflacyjne (Sanchez, 2005).

The model considers aggregate investment as a function of exports, the real interest rate, the annual average exchange rate, the budget deficit, the output gap and the annual average exchange rate.

Aggregate net exports are affected by the average exchange rate, the real interest rate, and the output gap. The  $output\ gap(t) = \overline{GDP}(t-1) - GDP(t-1)$  can be defined by this equation, where the output gap is the difference between average output ( $\overline{GDP}$  – trend value of output) and actual output.

Increasing net exports tend to improve the exchange rate, reduce the real interest rate, have a beneficial effect on the current account, ultimately on growth in specific GDP, and through this on public investment in infrastructure, and ultimately on development (Mendoza, 1995).

### Technical infrastructure

The quantitative and qualitative possibilities and constraints of access to infrastructure have always had an impact on the development (economic output, accessibility, housing conditions, etc.) of a given region, varying from one historical period to another (Calderón, Servén, 2004). The post-socialist countries studied were lagging behind the European average before 1989. It is no surprise that, following the regime changes, governments in the region made infrastructure development a priority of economic and social policy (Table 4).

Model ujmuje zagregowane inwestycje jako funkcję eksportu, realnej stopy procentowej, średniorocznego kursu walutowego, deficytu budżetowego, luki produktowej i średniorocznego kursu walutowego.

Na zagregowany eksport netto wpływ ma średni kurs walutowy, realna stopa procentowa i luka produktowa.  $luka\ produktowa(t) = \overline{PKB}(t-1) - PKB(t-1)$  można zdefiniować równaniem, w którym luka produktowa stanowi różnicę między produkcją przeciętną ( $\overline{PKB}$  – wartość trendu produkcji) a produkcją rzeczywistą.

Zwiększenie eksportu netto korzystnie wpływa na kurs wymiany walut, obniżenie realnej stopy procentowej, rachunek bieżący, a ostatecznie również na wzrost PKB, a przez to na inwestycje publiczne w infrastrukturę i – w ogólnym ujęciu – na rozwój (Mendoza, 1995).

### Infrastruktura techniczna

Ilościowe i jakościowe możliwości dostępu do infrastruktury oraz ograniczenia w tym dostępie zawsze miały wpływ na rozwój (wynik gospodarczy, dostępność, warunki mieszkaniowe itp.) danego regionu i zmieniały się w zależności od okresu historycznego (Calderón, Servén, 2004). Badane kraje postsocjalistyczne przed 1989 rokiem pozostawały w tyle za średnią europejską. Po zmianach ustrojowych rządy w regionie uczyniły zatem rozwój infrastruktury priorytetem polityki gospodarczej i społecznej (Tabela 4).

**Table 4.** Macro-equations of the technical infrastructure block

**Tabela 4.** Makrorównania bloku infrastruktury technicznej

Macro-equations / Makrorównania
<ul style="list-style-type: none"> <li>passenger cars per 1000 inhabitants= constant+<math>\beta_{18}</math> household income+<math>\beta_{19}</math> real interest rate+<math>\beta_{20}</math> number of employees+<math>\varepsilon(t)</math> / samochody osobowe na 1000 mieszkańców= stała+<math>\beta_{18}</math> przychód gospodarstwa domowego+<math>\beta_{19}</math> realna stopa procentowa+<math>\beta_{20}</math> liczba pracowników+<math>\varepsilon(t)</math></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>built houses per 10,000 inhabitants=constant+<math>\beta_{21}</math> household income+<math>\beta_{22}</math> real interest rate+<math>\beta_{23}</math> employment rate+<math>\beta_{24}</math> population+<math>\varepsilon(t)</math> / liczba wybudowanych mieszkań na 10 000 mieszkańców=stała+<math>\beta_{21}</math> przychód gospodarstwa domowego+<math>\beta_{22}</math> realna stopa procentowa+<math>\beta_{23}</math> wskaźnik zatrudnienia+<math>\beta_{24}</math> populacja+<math>\varepsilon(t)</math></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>length of motorway per 100,000 inhabitants=constant+<math>\beta_{25}</math> budget deficit+<math>\beta_{26}</math> GDP+<math>\beta_{27}</math> passenger cars per 1000 inhabitants+<math>\varepsilon(t)</math> / kilometry autostrad na 100 tys.mieszkańców=stała+<math>\beta_{25}</math> deficyt budżetowy+<math>\beta_{26}</math> PKB+<math>\beta_{27}</math> liczba samochodów osobowych na 1000 mieszkańców+<math>\varepsilon(t)</math></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>gas consumption per inhabitants=constant+<math>\beta_{28}</math> average price of gas+<math>\beta_{29}</math> household income+<math>\beta_{30}</math> built houses per 10,000 inhabitants+<math>\beta_{31}</math> GDP+<math>\varepsilon(t)</math> / zużycie gazu na mieszkańca=stała+<math>\beta_{28}</math> średnia cena gazu+<math>\beta_{29}</math> przychód gospodarstwa domowego+<math>\beta_{30}</math> liczba wybudowanych mieszkań na 10 000 mieszkańców+<math>\beta_{31}</math> PKB+<math>\varepsilon(t)</math></li> </ul>

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

In our model, the development of technical infrastructure is described by quantitative characteristics (number of cars per thousand inhabitants, number of houses per ten thousand inhabitants, and length of motorway per hundred thousand inhabitants, as well as utility supply and gas consumption).

The evolution of the number of cars per thousand inhabitants is a function of the number of employed persons, the real interest rate and household income. In the countries of the region, the acquisition of independent housing has traditionally been a major social factor in expressing well-being. The destruction of residential property during the Second World War, particularly in the major cities, upset the supply and demand situation in the housing market in the longer term, creating a permanent demand market. The resulting deficit survived the post-1989 regime changes, and the frictions created by the demand market have been slow to disappear over the past 30 years. The annual evolution of the number of newly built houses remains volatile for the countries under review (Deloitte, 2022). Analyses show that this is mainly due to the impact of household income, real interest rates, employment rates and demographic trends.

Similar considerations have led to the inclusion of the length of the motorway per 100,000 inhabitants in the technical infrastructure block, which influences the development path due to its spatial structure (Meinel, Reichert, 2004; Hesse, Meyerhoff, Petschow, 1998). All the countries studied aim to overcome the shortfall in this area primarily through public budgets. The amount of resources available depends primarily on the size of output and the budget deficit, while the demand depends on the number of cars per thousand inhabitants.

## Human infrastructure

Quality of life is fundamentally influenced by the quantity and quality of human infrastructure available to the population. In line with international literature, four factors have been included in the analysis (OECD, 2014; BFS, 2022).

The role of the state in the development of human infrastructure remains crucial for the group of countries under study, i.e., the growth rate of specific GDP and the reduction in the budget deficit.

The quality of public education infrastructure (including classroom facilities) influences social and economic processes through several channels (e.g., skills, willingness to work, etc.) (Peterson, 2014).

The literature confirms a clear link between health care and social and economic processes (Starfield, Birn, 2007; Eurostat, 2017; Burla, Widmer,

W naszym modelu rozwój infrastruktury technicznej opisano ilościowo (liczba samochodów na tysiąc mieszkańców, liczba mieszkań na dziesięć tysięcy mieszkańców oraz długość autostrad na sto tysięcy mieszkańców, a także zaopatrzenie w media i zużycie gazu).

Ewolucja liczby samochodów na tysiąc mieszkańców jest funkcją liczby osób zatrudnionych, realnej stopy procentowej oraz dochodów gospodarstw domowych.

W krajach regionu nabycie niezależnego mieszkania było tradycyjnie głównym czynnikiem społecznym będącym wyrazem dobrobytu. Zniszczenie nieruchomości mieszkalnych w czasie II wojny światowej, zwłaszcza w największych miastach, zakłóciło w dłuższej perspektywie sytuację podaży-popytowej na rynku mieszkaniowym. W efekcie na wiele lat utrwalił się rynek popytowy. Deficyt przetrwał zmiany reżimu po 1989 r., a zakłócenia wywołane przez rynek popytowy w ciągu ostatnich 30 lat powoli zanikały. W analizowanych krajach trend w liczbie nowo budowanych mieszkań w ciągu roku pozostaje niestabilny (Deloitte, 2022). Analizy wskazują, że największy wpływ na tę sytuację mają dochody gospodarstw domowych, realne stopy procentowe, wskaźniki zatrudnienia oraz trendy demograficzne.

Do bloku infrastruktury technicznej, który ze względu na swoją strukturę przestrzenną wpływa na ścieżkę rozwoju, włączono długość autostrad na 100 tys. mieszkańców (Meinel, Reichert, 2004; Hesse, Meyerhoff, Petschow, 1998). Wszystkie badane kraje finansują budowę autostrad przede wszystkim z budżetów publicznych. Wielkość dostępnych środków zależy przede wszystkim od wyników gospodarczych i deficytu budżetowego, natomiast popyt zależy od liczby samochodów przypadających na tysiąc mieszkańców.

## Infrastruktura kapitału ludzkiego

Ilość i jakość infrastruktury kapitału ludzkiego wpływa zasadniczo na jakość życia. W analizie uwzględniono cztery czynniki zgodnie z literaturą międzynarodową (OECD, 2014; BFS, 2022).

Rola państwa w rozwoju infrastruktury kapitału ludzkiego pozostaje kluczowa dla badanej grupy krajów, tj. tempo wzrostu ich PKB i redukcja deficytu budżetowego.

Jakość publicznej infrastruktury edukacyjnej (w tym obiektów szkolnych) różnymi kanałami (np. umiejętności, chęć do pracy itp.) wpływa na procesy społeczne i gospodarcze (Peterson, 2014).

W literaturze przedmiotu wykazano wyraźną zależność między ochroną zdrowia a procesami społeczno-gospodarczymi (Starfield, Birn, 2007; Eurostat, 2017; Burla, Widmer, Zeitner, 2022). Opiekę

Zeitner, 2022). Care can be analysed from the demand side on the one hand and from the supply side on the other. One indicator of access to care is the number of doctors per thousand inhabitants, which is a function of public involvement, economic activity and household income (Table 5).

medyczną można analizować zarówno od strony popytowej, jak i od strony podażowej. Jednym ze wskaźników dostępności do opieki medycznej jest liczba lekarzy na tysiąc mieszkańców, będąca funkcją zaangażowania społecznego, aktywności ekonomicznej oraz dochodów gospodarstw domowych (Tabela 5).

**Table 5.** Macro-equations of the human block

**Tabela 5.** Makrorównania bloku ludzkiego

Macro-equations / Makrorównania
<ul style="list-style-type: none"> <li>number of school classrooms per 1000 inhabitants=constant+<math>\beta_{32}</math> education expenditures in the share of GDP+<math>\beta_{33}</math> budget deficit+<math>\epsilon(t)</math> / liczba klas szkolnych na 1000 mieszkańców=stała+<math>\beta_{32}</math> wydatki na edukację jako procent PKB+<math>\beta_{33}</math> deficyt budżetowy+<math>\epsilon(t)</math></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>doctors per 1000 inhabitants=constant+<math>\beta_{34}</math> healthcare expenditures in the share of GDP+<math>\beta_{35}</math> unemployment rate+<math>\beta_{36}</math> budget deficit+<math>\beta_{37}</math> household income+<math>\epsilon(t)</math> / liczba lekarzy na 1000 mieszkańców=stała+<math>\beta_{34}</math> wydatki na ochronę zdrowia jako procent PKB+<math>\beta_{35}</math> wskaźnik bezrobocia+<math>\beta_{36}</math> deficyt budżetowy+<math>\beta_{37}</math> przychód gospodarstwa domowego+<math>\epsilon(t)</math></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>education expenditures in the share of GDP=constant+<math>\beta_{38}</math> GDP+<math>\beta_{39}</math> budget deficit+<math>\beta_{40}</math> employment rate+<math>\epsilon(t)</math> / wydatki na edukację jako procent PKB=stała+<math>\beta_{38}</math> PKB+<math>\beta_{39}</math> deficyt budżetowy+<math>\beta_{40}</math> wskaźnik zatrudnienia+<math>\epsilon(t)</math></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>tertiary education students per 1000 inhabitants= constant+<math>\beta_{41}</math> GDP+<math>\beta_{42}</math> Education expenditures in the share of GDP+<math>\beta_{43}</math> employment rate+<math>\epsilon(t)</math> / liczba studentów szkół wyższych na 1000 mieszkańców= stała+<math>\beta_{41}</math> PKB+<math>\beta_{42}</math> Wydatki na edukację jak procent PKB+<math>\beta_{43}</math> wskaźnik zatrudnienia+<math>\epsilon(t)</math></li> </ul>

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

The consensus in the literature is that education is a key factor in the modern economy. Therefore, there is a tendency for spending on education infrastructure to increase family incomes and ultimately the specific output of the economy, improving the level of development of a country (OECD, 2022).

The budget plays a major role in sustaining higher education. Higher levels of education and qualifications tend to support the development of a given geographical unit.

W literaturze panuje zgoda co do tego, że kluczowym czynnikiem we współczesnej gospodarce jest edukacja. W związku z tym istnieje tendencja do finansowania infrastruktury edukacyjnej w celu zwiększenia dochodów gospodarstw domowych, a docelowo poprawy wyników gospodarczych i poziomu rozwoju kraju (OECD, 2022).

Budżet odgrywa ważną rolę w finansowaniu szkolnictwa wyższego. Wyższy poziom wykształcenia i kwalifikacji zwykle sprzyja rozwojowi danego regionu.

## Environmental block

According to international analyses (Onofrei, Vatamanu, Cigu, 2022), the growth of economic output increases the pressure on the environment (waste per capita, greenhouse gas emissions) and electricity consumption per capita (Table 6).

## Blok środowiskowy

Według międzynarodowych analiz (Onofrei, Vatamanu, Cigu, 2022) wzrost produkcji gospodarczej zwiększa presję na środowisko (odpady per capita, emisje gazów cieplarnianych) oraz zużycie energii elektrycznej per capita (Tabela 6).

**Table 6.** Macro-equations of the environmental block**Tabela 6.** Makrorównania bloku środowiskowego

Macro-equation / Makrorównanie
<ul style="list-style-type: none"> <li>waste generated per inhabitant=constant+<math>\beta_{44}</math> specific output+<math>\beta_{45}</math> household income+<math>\varepsilon(t)</math> wytwarzane odpady na 1 mieszkańca=stała+<math>\beta_{44}</math> specyficzny wskaźnik produktu+<math>\beta_{45}</math> przychód gospodarstwa domowego+<math>\varepsilon(t)</math></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>electricity consumption per person=constant+<math>\beta_{46}</math> specific output+<math>\beta_{47}</math> number of houses+<math>\beta_{48}</math> household income+<math>\beta_{49}</math> price of electricity+<math>\varepsilon(t)</math> zużycie energii elektrycznej na osobę=stała+<math>\beta_{46}</math> specyficzny wskaźnik produktu+[[<math>\beta_{47}</math> liczba mieszkań+<math>\beta_{48}</math> przychód gospodarstwa domowego+<math>\beta_{49}</math> cena energii elektrycznej+<math>\varepsilon(t)</math></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>greenhouse gas emissions=constant+<math>\beta_{50}</math> specific output+<math>\beta_{51}</math> household income+<math>\beta_{52}</math> number of active enterprises+<math>\beta_{53}</math> population+<math>\varepsilon(t)</math> emisje gazów cieplarnianych=stała+<math>\beta_{50}</math> specyficzny wskaźnik produktu+<math>\beta_{51}</math> przychód gospodarstwa domowego+<math>\beta_{52}</math> liczba aktywnych przedsiębiorstw+<math>\beta_{53}</math> populacja+<math>\varepsilon(t)</math></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>share of renewables in total energy consumption=constant+<math>\beta_{54}</math> specific output+<math>\beta_{55}</math> household income+<math>\varepsilon(t)</math> udział OZE w całkowitym zużyciu energii=stała+<math>\beta_{54}</math> specyficzny wskaźnik produktu+<math>\beta_{55}</math> przychód gospodarstwa domowego+<math>\varepsilon(t)</math></li> </ul>

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

The amount of solid waste generated depends to a large extent on the output of the economy, income levels and lifestyle.

The amount of electricity used is determined by the specific output of the economy, the price of electricity, the income of families and the number of houses.

When projecting greenhouse gas emissions, the literature generally considers income, GDP projections and economic activity in addition to the projected population (ITM, 2020).

### Fiscal and monetary block

The model considers five exogenous indicators (public debt, inflation, current account balance, base interest rate and budget deficit), whose ex-post values are based on Eurostat data and ex-ante values on expert estimates.

Public debt (in % of GDP): an increase in the budget deficit<sup>2</sup> has a long-term downward effect on investment and, through it, on economic output<sup>3</sup>, which increases public debt and reduces growth potential.

An increase in inflation harms real GDP, ceteris paribus household incomes, and can affect the base rate of the central bank, and through it the interest rate on commercial loans, which can reduce the

Ilość wytwarzanych odpadów stałych zależy w dużej mierze od wyników gospodarczych, poziomu dochodów i stylu życia.

O ilości zużytej energii elektrycznej decydują określone wyniki gospodarcze, cena energii elektrycznej, dochody gospodarstw domowych oraz liczba mieszkań.

W prognozach emisji gazów cieplarnianych bierze się pod uwagę prognozowaną populację, a także dochody, prognozy PKB i działalność gospodarczą (ITM, 2020).

### Blok fiskalny i monetarny

W modelu uwzględniono pięć wskaźników zewnętrznych (dług publiczny, inflacja, saldo obrotów bieżących, bazowa stopa procentowa i deficyt budżetowy), których wartości ex post oparto na danych Eurostatu, a wartości ex ante na szacunkach ekspertów. Dług publiczny (w % PKB): wzrost deficytu budżetowego<sup>2</sup> ma długoterminowy negatywny wpływ na inwestycje, a przez to na wynik gospodarczy<sup>3</sup>, co z kolei zwiększa dług publiczny i ogranicza potencjał wzrostu.

Wzrost inflacji szkodzi realnemu PKB, ceteris paribus dochodom gospodarstw domowych i może wpłynąć na stopę bazową banku centralnego, a przez to na oprocentowanie kredytów komercyjnych, co

<sup>2</sup> The impact of the size of the budget deficit on economic output is not uniformly assessed in the literature. This research agrees with the empirical work that measures the reduction in economic growth (Kumar, Woo, 2010; Potrafke, Gründler, Mosler, Dörr, 2019).

<sup>3</sup> This is supported by growth models with exogenous and constant saving rates (e.g., Solow).

<sup>2</sup> W literaturze przedmiotu nie wypracowano jednolitego podejścia do oceny wpływu wielkości deficytu budżetowego na wynik gospodarczy. Badania nie pokrywają się z pracami empirycznymi, w których mierzy się ograniczenia wzrostu gospodarczego (Kumar, Woo, 2010; Potrafke, Gründler, Mosler, Dörr, 2019).

<sup>3</sup> Znajduje to potwierdzenie w modelach wzrostu z zewnętrznymi wskaźnikami i stałymi stopami oszczędności (np. Solowa).

willingness to invest, and thus ultimately harm development.

The current account balance, which is influenced by the size of net exports and specific output, and through this the range of tasks that can be supported by the state, ultimately affects development.

The size of the base rate, and its trend, in addition to the cyclical position of the economy, is influenced by the level of inflation and the state of financial stability. A falling base rate supports the rise in the level of development through consumption and investment.

Inflation improves the fiscal deficit in the short run but has a high social cost, and thus ultimately has a negative impact on development.

### 3.3 Sub-indices and the logic of determining the composite index

The indices have a benchmark role, the change in their value can be used to characterise the change in the development of a given region over time, with growth relative to the base period indicating progress, decline indicating decline, and stagnation indicating stability.

The data of the indicators in this database have been transformed into a time-series ratio scale from 0 to 100, using the distance to frontier (DTF) normalisation method. For a given indicator, the best-performing country received 100 points, while the other countries ranked lower depending on the size of their gap with the best-performing country (only countries at least 4 standard deviations away from the best-performing country can receive 0 points). The correlation used to convert the baseline indicators into scores is the one used when the higher value of the indicator is the more favourable (e.g., output, employment, etc.):

$$x_{norm} = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} * 100$$

if the higher value of the indicator is unfavourable (e.g., environmental pressures, unemployment, etc.), then:

$$x_{norm} = \frac{x_i - x_{max}}{x_{min} - x_{max}} * 100$$

where:  $x_{max}$  – maximum between values in the study area,  $x_{min}$  – minimum between values.

The advantage of this methodology is that it does not require a normal distribution of the raw data. The scoring follows the variance of the values of the areas in the sample and allows the value considered to be optimal to vary from indicator to indicator. Thus, for each indicator, it can be decided individually whether

może zmniejszyć chęć do inwestowania, a tym samym docelowo zaszkodzić rozwojowi.

Na rozwój wpływa również saldo obrotów bieżących, na które wpływ ma wielkość eksportu netto i specyficzne wskaźniki produktu, a przez to zakres zadań, które państwo może wspierać.

Na wielkość stopy bazowej i jej trend wpływ ma poziom inflacji oraz stan stabilności finansowej, w uzupełnieniu cykliczności gospodarki. Obniżenie stopy bazowej sprzyja wzrostowi poziomu rozwoju poprzez konsumpcję i inwestycje.

Inflacja krótkookresowo poprawia deficyt fiskalny, ale wiąże się z wysokimi kosztami społecznymi, a więc ostatecznie ma negatywny wpływ na rozwój.

### 3.3 Subindeksy i logika wyznaczania indeksu złożonego

Wskaźniki pełnią rolę wzorcową, zmiana ich wartości może posłużyć do scharakteryzowania zmiany w rozwoju danego regionu w czasie, przy czym wzrost w stosunku do okresu bazowego oznacza postępek, spadek oznacza regres, a stagnacja oznacza stabilność.

Dane wskaźników w tej bazie danych przekształcono w skalę ilorazową szeregów czasowych od 0 do 100 przy użyciu metody normalizacji odległości do granicy (DTF). Kraj osiągający najlepsze wyniki otrzymał 100 punktów, podczas gdy pozostałe kraje uplasowały się niżej w zależności od różnicy względem kraju osiągającego najlepsze wyniki (0 punktów mogą otrzymać tylko kraje oddalone o co najmniej 4 odchylenia standardowe od kraju osiągającego najlepsze wyniki). Korelacja użyta do przeliczenia wskaźników bazowych na wyniki to korelacja stosowana, gdy wyższa wartość wskaźnika jest korzystniejsza (np. produkt, zatrudnienie itp.):

jeżeli wyższa wartość wskaźnika jest niekorzystna (np. presja środowiskowa, bezrobocie itp.), to:

gdzie:  $x_{max}$  – maksimum między wartościami w badanym obszarze,  $x_{min}$  – minimum między wartościami. Zaletą tej metodologii jest to, że nie wymaga rozkładu normalnego surowych danych. Punktacja bazuje na wariancji wartości obszarów w próbie, a wartości każdego wskaźnika uznawane za optymalne mogą różnić się między sobą. W odniesieniu do każdego wskaźnika można indywidualnie zdecydować, czy



its minimum, maximum or even sample average value should be optimal.

Based on the ratio scale values of the indicators belonging to the same group, four sub-indices (economic output, human infrastructure, technical infrastructure, ecological situation) were defined by arithmetic mean, i.e.:

$$SI_j = \left( \sum_{i=1}^n x_{norm} \right) / n_i$$

$$CI_j = \left( \sum_{j=1}^m SI_j \right) / m$$

where:  $SI_j$  – j-th block subindex, CI – complex index.

optymalna jest jego minimalna, maksymalna, a nawet średnia z próby.

Na podstawie wartości skali ilorazowej wskaźników należących do tej samej grupy wyznaczono za pomocą średniej arytmetycznej cztery podwskaźniki (produkcja gospodarcza, infrastruktura kapitału ludzkiego, infrastruktura techniczna, sytuacja środowiskowa), tj.:

gdzie:  $SI_j$  – podindeks bloku j-th, CI – indeks złożony.

### 3.4 Ex-post testing of the model

This model was tested using the 1995-2021 dataset of the group of countries being studied. The comparison of the development indices of the group of countries being studied estimated by the econometric model ( $\hat{I}_t$ ) and those determined from the factual data ( $I_t$ ) was determined by the mean percentage error (MAPE), which defines the deviations in percentage form.

### 3.4 Testowanie ex post modelu

Model ten został przetestowany przy użyciu zbioru danych z lat 1995-2021 z badanej grupy krajów. Porównanie wskaźników rozwoju badanej grupy krajów oszacowanych za pomocą modelu ekonometrycznego ( $\hat{I}_t$ ) i wyznaczonych na podstawie danych faktycznych ( $I_t$ ) zostało wyrażone średnim błędem procentowym (MAPE), który jest miarą odchylenia w formie procentowej.

$$MAPE = \left( \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{I_t - \hat{I}_t}{I_t} \right| \right) * 100$$

These calculations show that the function approximates the ex-post values of the database well (Table 7).

Wyliczenia wskazują, że funkcja dobrze aproksymuje wartości ex post bazy danych (Tabela 7).

**Table 7.** Difference between estimated and actual index values (MAPE, %); average of 1995-2021

**Tabela 7.** Różnica między szacowanymi a rzeczywistymi wartościami wskaźnika (MAPE, %); średnia z lat 1995-2021

MAPE/country / MAPE/kraj	Czech Republic / Czechy	Hungary / Węgry	Poland / Polska	Slovakia / Słowacja
real economy sub-index / subindeks gospodarki realnej	0.06	0.09	0.17	0.04
human sub-index / subindeks kapitału ludzkiego	-0.75	1.03	2.66	1.17
infrastructure sub-index / subindeks infrastruktury	4.06	2.17	2.21	-0.92
environmental sub-index / subindeks środowiskowy	5.68	2.72	5.58	-1.09
aggregate index / łączny indeks	1.35	0.87	2.58	-0.38

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

#### 4. Results of the forecast

This ex-ante analysis<sup>4</sup> was based on the econometric model presented above. The shock after 2022 was considered by an expert panel. Shocks, as the literature shows, have a limited duration, due to fiscal and monetary interventions on the one hand, and the persistence of consumption at the expense of household savings on the other. (According to Heilemann (2019), an analysis of studies of crises in the FRG between 1966 and 2013 shows that, for example, the average recovery period was 3.1 quarters). Recovery then begins, but in most cases, however, this leads to a lower path than before.

Changes in energy and commodity prices, embargoes, etc., are represented by changes in inflation, budget deficits and public debt. Given the fact that these data are given with a year-to-date impact, the panel is also suitable for incorporating downside and upside risk paths.

The expert estimates identified four risks over the forecast horizon:

- geopolitical risks have an impact through several channels at the same time (natural gas, oil, commodity price increases), especially in the case of the CEECs neighbouring the war zone;
- increasing budget deficits due to the wave of refugees resulting from the war;
- increase in public debt;
- global economic slowdown, rising inflationary pressures, tightening monetary policy behaviour of central banks.

In this model, the inflation rate, the size of public debt and the budget deficit is determined by the central banks of the countries concerned and by expert consultations. Key findings of the expert panel: Due to the Russian-Ukrainian war and adverse weather conditions, inflation is expected to rise and fall at different rates for the group of countries under review from 2022 onwards. Inflationary pressures are expected to ease only from 2024 onwards over the time horizon considered (Table 8).

<sup>4</sup> "An ex-ante forecast is a forecast that only uses the information (i.e. the value of economic variables) which is available at the time of the actual forecast and not the value of some variables available for the forecasting horizon." (Eurostat – Statistics Explained)

#### 4. Wyniki prognozy

Niniejszą analizę ex-ante<sup>4</sup> oparto na przedstawionym powyżej modelu ekonometrycznym. Panel ekspertów rozpatrywał wstrząs po 2022 roku. Jak wskazuje literatura przedmiotu, wstrząsy są ograniczone w czasie, co wynika z jednej strony z interwencji fiskalnych i monetarnych, z drugiej – z utrzymywania się konsumpcji kosztem oszczędności gospodarstw domowych. (Według Heilemanna (2019) z analizy badań nad kryzysami w RFN w latach 1966-2013 wynika, że np. średni okres ożywienia wynosił 3,1 kwartału). Następnie rozpoczyna się ożywienie gospodarcze, ale w większości przypadków udaje się odbić do poziomu niższego niż przed wstrząsem.

Zmiany cen energii i surowców, embargo itp. odzwierciedlają zmiany inflacji, deficytu budżetowego i długu publicznego. Biorąc pod uwagę fakt, że dane te są raportowane do danego dnia, w panelu można też uwzględnić spadkowe i wzrostowe ścieżki ryzyka.

Ekspertsi wskazali cztery ryzyka w horyzoncie prognozy:

- ryzyka geopolityczne oddziałują jednocześnie kilkoma kanałami (gaz ziemny, ropa naftowa, wzrost cen surowców), zwłaszcza w przypadku krajów Europy Środkowo-Wschodniej sąsiadujących ze strefą działań wojennych;
- rosnące deficyty budżetowe z powodu fali uchodźców wojennych;
- wzrost długu publicznego;
- globalne spowolnienie gospodarcze, rosnąca presja inflacyjna, zaostrzenie polityki monetarnej banków centralnych.

W modelu tym o stopie inflacji, wielkości długu publicznego i deficytu budżetowego decydują banki centralne danych krajów oraz konsultacje eksperckie. Kluczowe ustalenia panelu ekspertów przedstawiono jak dalej. Ze względu na wojnę rosyjsko-ukraińską i niekorzystne warunki pogodowe od 2022 r. oczekuje się zróżnicowanego tempa wzrostu i spadku inflacji w analizowanej grupie krajów. Oczekuje się, że w analizowanym horyzoncie czasowym presja inflacyjna będzie słabnąć dopiero od 2024 r. (Tabela 8).

<sup>4</sup> „Prognoza ex ante to prognoza, w której wykorzystuje się wyłącznie informacje (tj. wartości zmiennych ekonomicznych), które są dostępne w momencie sporządzania faktycznej prognozy, a nie wartości niektórych zmiennych dostępnych w horyzoncie prognostycznym” (Eurostat – Statistics Explained).

**Table 8.** Expected change in the inflation rate (%) in the countries under review (year/year) (2022-2025)**Tabela 8.** Oczekiwana zmiana stopy inflacji (%) w analizowanych krajach (rok/rok) (2022-2025)

Country / Kraj	Inflation (%) / Inflacja (%)			
	2022	2023	2024	2025
Hungary / Węgry	18.7	9.0-11.5	5.0-7.5	3.5-4.5
Poland / Polska	14.2	12.3-14.0	6.2-7.0	3.5-4.2
Czech Republic / Czechy	9.8	10.5-11.0	9.5-10.9	8.6-9.0
Slovakia / Słowacja	15.6	9.6-10.5	7.0-7.4	6.9-7.5

Source: Expert forecast based on documents from the central banks of the countries concerned.

Źródło: Prognoza ekspercka na podstawie dokumentów banków centralnych poszczególnych krajów.

A similar negative trend is expected for public debt (Table 10) and the budget deficit (Table 9).

The balance sheet indicators for the group of countries under review deteriorate (to varying degrees) from 2022 onwards. The main reason is a further increase in energy and commodity prices. For Hungary and Slovakia in particular, the balance of payments deficits is combined with an unfavourable financing structure: high deficits will be financed by increasing debt inflows. In the Czech Republic and Poland, financing needs may be financed by non-debt sources (net FDI) as well as debt (Table 9).

W odniesieniu do długu publicznego (Tabela 10) oraz deficytu budżetowego (Tabela 9) oczekuje się zbliżonego trendu.

Począwszy od 2022 pogarszają się wskaźniki bilansowe analizowanej grupy krajów (w różnym stopniu). Głównym powodem jest dalszy wzrost cen energii i surowców. Deficyt bilansu płatniczego łączy się z niekorzystną strukturą finansowania, szczególnie w przypadku Węgier i Słowacji: wysokie deficyty będą finansowane kosztem wzrostu zadłużenia. W Czechach i w Polsce potrzeby finansowe można zaspokajać zarówno ze źródeł niedłużnych (BIZ netto), jak i z długu (Tabela 9).

**Table 9.** Budget deficit projections (% of GDP) (2022-2025)**Tabela 9.** Prognozy dotyczące deficytu budżetowego (% PKB) (2022-2025)

Country / Kraj	Budget deficit / Deficyt budżetowy			
	2022	2023	2024	2025
Hungary / Węgry	8.0	6.9-7.2	4.9-5.5	4.0-4.3
Poland / Polska	4.3	4.9-5.8	5.8-6.2	5.3-6.0
Czech Republic / Czechy	8.5	6.1-6.8	6.8-7.2	6.3-6.6
Slovakia / Słowacja	6.5	4.9-5.5	6.0-6.1	5.3-5.8

Source: Expert forecast based on documents from the central banks of the countries concerned.

Źródło: Prognoza ekspercka na podstawie dokumentów banków centralnych poszczególnych krajów.

The equilibrium position of the economies under review is expected to bottom out in 2023, after which a slow improvement will be observed. The main risk to fiscal balances is posed by changes in energy prices.

The gross government debt-to-GDP ratio of the countries concerned declines in line with the decline in the budget deficit over the period under review (Table 10).

Oczekuje się, że pozycja równowagi analizowanych gospodarek osiągnie najniższy poziom w 2023 r., po czym nastąpi powolna poprawa. Głównym zagrożeniem dla równowagi fiskalnej są zmiany cen energii.

Stosunek długu publicznego brutto do PKB w omawianych krajach w analizowanym okresie obniża się wraz ze spadkiem deficytu budżetowego (Tabela 10).

**Table 10.** Government debt projections (% of GDP) (2022-2025)**Tabela 10.** Prognozy dotyczące długu publicznego (% PKB) (2022-2025)

Country / Kraj	Government debt / Dług publiczny			
	2022	2023	2024	2025
Hungary / Węgry	76.8	77.1-79.0	79.9	76.2
Poland / Polska	53.8	55.1-58.2	60.2	60.1
Czech Republic / Czechy	41.9	47.1-51.2	50.8	52.1
Slovakia / Słowacja	63.1	59.0-61.0	63.2	68.2
EU / UE	88.1	90.1-92.4	92.8	91.6

Source: Expert forecast based on documents from the central banks of the countries concerned.

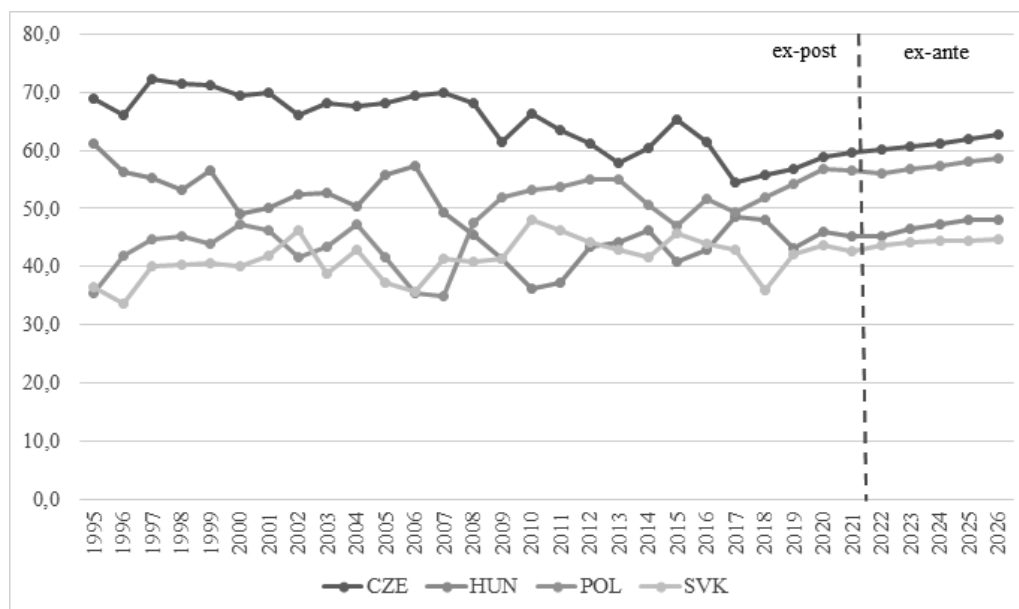
Źródło: Prognoza ekspercka na podstawie dokumentów banków centralnych poszczególnych krajów.

We forecast a rapid recovery in the real economy, driven by interest rate rises in the countries concerned, which will have a positive impact on technical infrastructure. At the same time, the labour market will not experience a significant drop in employment, while a greater focus will be placed on greening economies.

The baseline path is set at the median of the experts' estimates for 2023-2025 (Figure 3), from which the risk paths deviate symmetrically by +/- 8-10%.

W omawianych krajach prognozujemy szybkie ożywienie w gospodarce realnej, napędzane podwyżkami stóp procentowych, co pozytywnie wpłynie na infrastrukturę techniczną. Jednocześnie rynek pracy nie odnotuje istotnego spadku zatrudnienia, a większy nacisk zostanie położony na zieloną gospodarkę.

Ścieżkę bazową wyznaczono na medianie szacunków ekspertów na lata 2023-2025 (Rysunek 3), symetryczne rozbieżności względem ścieżki ryzyka wynoszą +/- 8-10%.

**Figure 3.** Development paths of the countries in the region expressed by the values of Complex Development Index**Rysunek 3.** Ścieżki rozwoju krajów regionu wyrażone wartościami *Complex Development Index*

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

It should be noted that in the analysed countries, the contributions of different indicators to the components' values are not equal. The real economy block is the strongest in the Czech Republic, while the lowest in Poland and Hungary, which does not show significant change in the forecasted period. Also the effects of the Russia-Ukrainian war can be relevant in that case. Poland has the worst human infrastructure index of the studied countries, although Hungary's human infrastructure subindex has also worsened monotonically since 2008, but in the latter case there is a hope for a slight improvement in the forecasted period. Besides that, the human infrastructure shows different complexity regarding the dispersion of indicator data, as in the Czech Republic, Hungary or Slovakia, all six components are more or less significant (Hungary can be mentioned as the most balanced from them), while in Poland three components are in the bottom of the rankings. The technological infrastructure component shows an improvement in Poland, while there is a relative decrease in Hungary and in the Czech Republic. In the case of the ecological environment, the structure of the component is quasihomogenous among the four county areas. Because of the improvement in greenhouse gas emission, the forecasting period shows slight improvement in almost every case.

## 5. Conclusions

Over the past 50 years (especially after 2008), economic forecasts have been criticised for their reliability, mainly because they have failed to predict imbalances and the resulting economic crisis (Zimmermann, 2009; Heilemann, 2009; Morikawa, 2019). Forecasts are therefore always conditional. Given these uncertainties, it is legitimate to ask how reliable these forecasts are. Econometrics tries to address this problem by (among other things) range forecasting.

For economic policymakers, despite the criticisms, it is essential to know the expected paths of future social and economic processes and how they can be influenced, even if their accuracy is debatable. It is therefore more important to understand expected trends rather than point-in-time outcomes.

The model presented in this study allows for a short-run, ex-ante study of the economic, human and technical infrastructure and environmental conditions that influence development. Estimates of expected inflation, public debt, exchange rate, budget deficit and energy prices improve the qualitative analysis of the model's results.

The preliminary research shows that the initial (1995-2021) development trajectories of the countries in the region were still determined by the

Należy zaznaczyć, że w analizowanych krajach poszczególne wskaźniki mają różny udział w wartościach składowych. Blok realnej gospodarki jest najsilniejszy w Czechach, a najsłabszy w Polsce i na Węgrzech i nie prognozuje się żadnych istotnych zmian w prognozowanym okresie. Istotne mogą być w tym przypadku także skutki wojny rosyjsko-ukraińskiej. Polska ma najgorszy wskaźnik infrastruktury kapitału ludzkiego spośród badanych krajów, chociaż od 2008 r. odnotowano też stały spadek subindeksu infrastruktury kapitału ludzkiego na Węgrzech, ale w tym drugim przypadku jest nadzieja na nieznaczną poprawę w prognozowanym okresie. Infrastruktura kapitału ludzkiego wykazuje różny stopień złożoności w zakresie rozproszenia danych wskaźnikowych, gdyż w Czechach, na Węgrzech czy na Słowacji wartości wszystkich sześciu składowych są zasadniczo istotne (najbardziej zrównoważone na Węgrzech), podczas gdy w Polsce trzy komponenty zajmują dolne miejsce w rankingu. Komponent infrastruktury technologicznej wykazuje poprawę w Polsce, podczas gdy na Węgrzech i w Czechach następuje względny regres. Struktura komponentu środowiskowego jest quasi-jednorodna wśród czterech państw. W związku z ograniczeniem emisji gazów cieplarnianych niemal w każdym przypadku wykazano nieznaczną poprawę w prognozowanym okresie.

## 5. Wnioski

Przez ostatnie 50 lat (zwłaszcza po 2008 r.) kwestionowano wiarygodność prognoz gospodarczych głównie dlatego, że nie udawało się przewidzieć sytuacji nierównowagi, po których następował kryzys gospodarczy (Zimmermann, 2009; Heilemann, 2009; Morikawa, 2019). Prognozy są zatem zawsze warunkowe. Biorąc pod uwagę te niepewności, uzasadnione jest pytanie o wiarygodność prognoz. Ekonometria próbuje rozwiązać ten problem przez (między innymi) prognozowanie o określonym zasięgu (*range forecasting*).

Decydenci w dziedzinie gospodarki muszą znać przewidywane ścieżki przyszłych procesów społeczno-gospodarczych oraz muszą dysponować możliwościami wywierania na nie wpływu, nawet jeśli ich trafność jest dyskusyjna. Dlatego ważniejsze jest zrozumienie oczekiwanych trendów niż wyników uzyskanych w określonym momencie.

Przedstawiony w opracowaniu model pozwala na krótkookresowe badanie ex-ante infrastruktury ekonomicznej, ludzkiej i technicznej oraz uwarunkowań środowiskowych wpływających na rozwój. Szacunkowe wartości oczekiwanej inflacji, długu publicznego, kursu walutowego, deficytu budżetowego i cen energii poprawiają jakościową analizę wyników modelu.

shocks of the transition period that started after 1990 (privatisation, sectoral decline, widening social disparities, etc.), which were quite similar in the macro-region, although in the long run, their effect is reflected in the substantial differences in their development paths. The reasons can be associated with the expectations of the population in terms of social and welfare provision and the differently successful economic policy of the states.

This is supported by the ex-post analysis. The inflationary pressures resulting from the pandemic in 2019 and the Russian-Ukrainian war in 2022, and the resulting inflationary pressures, will have a negative impact on the real economies of all countries in the region, and on closely related infrastructure and ecological indicators, to varying degrees. This also causes a break in the trend of their aggregate development indices. According to the current model calculations, the way forward is essentially determined by inflationary pressures and changes in fiscal and monetary indicators in line with them. Once normalised (which is expected to take 2-3 years), the paths for the Czech Republic and Poland are expected to return to their original trends, while for Hungary and Slovakia, this is expected to take longer. These forecasts are also in line with the expectations of the OECD's and IMF's latest economic forecasts, as the OECD (2023) predicts that inflation will be above central bank objectives until the latter half of 2024 in most countries, which will result in lower growth rates in CEE. Also the IMF (2023) forecast for Europe indicates growth starting from 2024 in all Visegrad countries, while the Vienna Institute for International Economic Studies (2023) projects in the Visegrad countries average growth rate at 0.6% in 2023-2024, and high inflation in Hungary, while the highest growth rate is foreseen for Poland from 2023.

Ze wstępnych badań wynika, że wstrząsy, które miały miejsce w okresie przejściowym po 1990 r. (prywatyzacja, upadek sektorów gospodarki, pogłębianie się różnic społecznych itp.), determinowały początkowe (1995-2021) trajektorie rozwoju krajów regionu, przy czym były one względnie podobne w całym makroregionie, choć w dłuższej perspektywie przełożyły się na znaczne różnice w ścieżce rozwoju poszczególnych krajów. Przyczyny tego stanu rzeczy można powiązać z oczekiwaniami ludności w zakresie zabezpieczenia socjalnego i opieki społecznej oraz z różną skutecznością polityki gospodarczej państw.

Potwierdza to analiza ex post. Presja inflacyjna wynikająca z pandemii w 2019 r. i wojny rosyjsko-ukraińskiej w 2022 r. będzie miała negatywny wpływ na gospodarki realne wszystkich krajów regionu oraz – choć w różnym stopniu – na ściśle z nią związane wskaźniki infrastrukturalne i ekologiczne. Powoduje to również załamanie trendu zagregowanych wskaźników rozwoju. Zgodnie z aktualnymi wyliczeniami modelowymi na dalszy kierunek działań wpływają głównie presje inflacyjne i odpowiadające im zmiany we wskaźnikach fiskalnych i monetarnych. Po uzyskaniu stanu normalizacji (co ma potrwać 2-3 lata) oczekuje się, że ścieżki dla Czech i Polski powrócą do swoich pierwotnych trendów, podczas na Węgrzech i Słowacji proces ten może potrwać dłużej. Prognozy te są również zgodne z oczekiwaniami przedstawionymi w najnowszych prognozach ekonomicznych OECD i MFW; OECD (2023) przewiduje, że inflacja w większości krajów będzie kształtować się powyżej celów banku centralnego do drugiej połowy 2024 r., co przełoży się na niższe stopy wzrostu w regionie Europy Środkowo-Wschodniej. Także prognoza MFW (2023) dla Europy wskazuje na wzrost od 2024 roku we wszystkich krajach Grupy Wyszehradzkiej, podczas gdy Wiedeński Instytut Międzynarodowych Studiów Ekonomicznych (2023) przewiduje średnie tempo wzrostu na poziomie 0,6% w latach 2023-2024 w krajach Grupy Wyszehradzkiej oraz wysoką inflację na Węgrzech, przy czym najwyższe tempo wzrostu przewidywane jest dla Polski od 2023 roku.

## References:

1. Ackermann, R. (2001). *Pfadabhängigkeit, Institutionen und Regelkonform*. Mohr Siebeck, Tübingen (in German).
2. Adamowicz, M. (2020). Conditions of Local Development in the Context of Shaping Developmental Strategy and Policy in Poland. *Economic and Regional Studies*, 13(2), 145-169. <https://doi.org/10.2478/ers-2020-0011>
3. Barto, A., Dietterich, T. G. (2004). *Reinforcement Learning and its Relationship to Supervised Learning*. Handbook of Learning and Approximate Dynamic Programming, 47-64.
4. Benedek, J. (2021). Regionális egyenlőtlenség és gazdasági felzárkózás. Magyarországi és romániai régiók összehasonlító vizsgálata. (Regional inequality and economic catching-up. Comparative analysis

- of regions in Hungary and Romania) *Észak-magyarországi Stratégiai Füzetek*, 18(1), 4-14 (in Hungarian). <https://doi.org/10.32976/stratfuz.2021.15>
5. Berndt, E. R. (1991). *The Practice of Econometrics: Classic and Contemporary*. Addison Wesley, Reading.
  6. BFS (2022). *Indikatoren der Lebensqualität*. Bundesamt für Statistik (in German). [bfs.admin.ch/bfs/de](https://www.bfs.admin.ch/bfs/de)
  7. Biau, O., D'elia, A. (2010). *Euro Area GDP Forecasting Using Large Survey Datasets: A Random Forest Approach*. Euro indicators Working Papers.
  8. BMZ (2012). *Territoriale Entwicklung im ländlichen Raum*. Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit. Berlin (in German).
  9. Burla, L., Widmer, M., Zeitner, C. (2022). *Zukünftiger Bestand und Bedarf an Fachärztinnen und -ärzten in der Schweiz*. OBSAN Bericht, Neuchâtel (in German).
  10. Cripps, F. (2014). *Macro-model scenarios and implications for European policy*. in Eatwell, John, Terry McKinley, and Pascal Petit, eds. *Challenges for Europe in the World of 2030*. Farnham, Surrey: Ashgate Publishing.
  11. Dijkstra, L., Annoni, P., Kozovska, K. (2011). *A New Regional Competitiveness Index: Theory, Methods and Findings*. European Union Regional Policy Working Papers No. 2.
  12. EC (2020). *Handbook of Territorial and Local Development Strategies*. European Commission, Brussels.
  13. Eckey, H. F., Schwengler, B., Türck, M. (2007). *Vergleich von deutschen Arbeitsmarktregionen*. IAB-Discussion Paper, No. 3/2007 (German).
  14. EU (2012). *Europäische Erhebung zur Lebensqualität (EQLS)*. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (in German). <https://www.eurofound.europa.eu/de/surveys/european-quality-of-life-surveys>
  15. EU (2015a). *Agenda 2000*. Eine stärkere und erweiterte Union (in German). <https://eur-lex.europa.eu/DE/legal-content/summary/agenda-2000-for-a-stronger-and-wider-union.html>
  16. EU (2015b). *Politische Strategien für ein besseres Leben*. (in German). [https://www.europarl.europa.eu/summits/lis1\\_de.htm](https://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_de.htm)
  17. EU (2018). *Die 28 Mitgliedstaaten der EU*. Brüssel (in German). [https://european-union.europa.eu/principles-countries-history/country-profiles\\_de](https://european-union.europa.eu/principles-countries-history/country-profiles_de)
  18. Eurostat (2017). *Statistiken zur Gesundheitsversorgung*. (in German).
  19. Fehr, H. (2011). *Berechnungen des langfristigen Produktionspotenzials unter Berücksichtigung verschiedener altersbedingter und bildungsspezifischer Produktivitätsprofile*. Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, Wiesbaden, Arbeitspapier Nr. 02 (in German).
  20. Fenz, G., Spitzer, M. (2005). *AQM: The Austrian Quarterly Model of the Oesterreichische Nationalbank*. Working Papers 104. Österreichische Nationalbank, Wien. (in German).
  21. Gillmann, N., Lehmann, R., Nauwerth, J. A., Ponattu, D., Ragnitz, J., Sonnenburg, J., Weber, M. (2019). *Wachstum und Produktivität 2035*. ifo Institut, Dresden Studien, Nr. 84. (in German).
  22. Headey, B., Muffels, R., Wooden, M. (2008). *Wealth and happiness revisited – growing national income does go with greater happiness*. *Social Indicators Research*, 64, pp. 1-27.
  23. Heilemann, U. (2009). *Déjà Vu: Prognose in der Krise*. *Wirtschaftsdienst*, Nr. 2, pp. 90-95. (in German).
  24. Heilemann, U. (2019). *Rezessionen in der Bundesrepublik Deutschland von 1966 bis 2013*. *Wirtschaftsdienst*, Nr. 8, pp. 546-551. <https://doi.org/10.1007/s10273-019-2489-6>. (in German).
  25. Hesse, M., Meyerhoff, J., Petschow, U. (1998). *Verkehrsinfrastrukturen und wirtschaftliche Entwicklung*. Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin. (in German).
  26. IAB (2010). *Regionale Arbeitsmarktprognosen der Arbeitslosen und sozialversicherungspflichtig Beschäftigten*. Nr. 2, Nürnberg. (in German).
  27. ITM (2020). *Nemzeti energia- és klímaterv*. Innovációs és Technológiai Minisztérium, Budapest. (in Hungarian).
  28. Jung, J. K., Patnam, M., Ter-Martirosyan, A. (2018). *An Algorithmic Crystal Ball: Forecasts-based on Machine Learning*. IMF Working Paper No. 2018/230, pp. 1-33. <https://doi.org/10.5089/9781484380635.001>
  29. Kirchgässner, G., Savioz, M. (2001). *Monetary Policy and Forecasts for Real GDP Growth*. *German Economic Review*. 2 (4), pp. 339-365. <https://doi.org/10.1111/1468-0475.00044>
  30. Kocziszky, Gy., Benedek, J. (2012). *Contributions to the issues of regional economic growth and equilibrium as well as the regional policy*. *Hungarian Geographical Bulletin* 61 (2), 113-130.
  31. Kocziszky, Gy., Szendi, D. (2021). *Comparative Analysis of the Economic Development Paths of Hungarian Counties*. *PUBLIC FINANCE QUARTERLY* 66 : Special edition, 2021/2, pp. 7-30. [https://doi.org/10.35551/PFQ\\_2021\\_s\\_2\\_1](https://doi.org/10.35551/PFQ_2021_s_2_1)
  32. Kocziszky, Gy., Szendi, D. (2023). *Köztes európai (V4+2) országok fejlődési pályáinak összehasonlító vizsgálata kompozit index segítségével*. *Regional Statistics (under publishing)*. (in Hungarian).

33. Koll, W. (2009). Welche Rolle spielen Prognosen? *Wirtschaftsdienst*, Nr. 2. pp. 79-86. <https://doi.org/10.1007/s10273-009-0894-y>
34. Kozak, S., Grzeda, L. (2019). Quantitative Changes of Endogenous Factors Affecting the Economic Development of the Mazowieckie Voivodeship in 2004-2017. *Economic and Regional Studies*, Volume 12, No. 3, pp. 326-335. <https://doi.org/10.2478/ers-2019-0029>
35. Kumar, S. M., Woo, J. (2010). *Public Debt and Growth*. IMF Working Paper. WP/10/174. <https://doi.org/10.5089/9781455201853.001>
36. MARTIN, R. (2010). Roepke Lecture in Economic Geography - Rethinking Regional Path Dependence: Beyond Lock-in to Evolution. *Economic Geography*, 86: 1-27. <https://doi.org/10.1111/j.1944-8287.2009.01056.x>
37. Meinel, G., Reichert, S. (2004). *Flächenwirkung des deutschen Autobahnnetzes – Konzept und erste Ergebnisse einer GIS-gestützten Analyse*. Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Band 13. pp. 227-234.
38. MNB (2022). *Inflation Report*. Magyar Nemzeti Bank, Budapest.
39. Mourougane, A. (2006). *Forecasting Monthly GDP for Canada*. OECD Economics Department Working Papers, No. 515.
40. OECD (2014). *How's Life in Your Region? Measuring Regional and Local Well-being for Policy Making*. OECD Publishing, Paris.
41. OECD (2022). *Economic Outlook*. ([www.oecd.org/economic-outlook/november-2022](http://www.oecd.org/economic-outlook/november-2022))
42. Peterson, J. S. (2014). *Review of Research at Virginia Tech on the Relationship between School Building Condition and Student and Teacher Performance and Attitudes*. PhD dissertation. Virginia Polytechnic Institute and State University. [https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/56836/Peterson\\_JS\\_D\\_2014.pdf?isAllowed=y&sequence=1](https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/56836/Peterson_JS_D_2014.pdf?isAllowed=y&sequence=1)
43. Potrafke, N., Gründler, K., Mosler, M., Dörr, L. (2019). *Der Zusammenhang zwischen Verschuldung, Budgetzusammensetzung und volkswirtschaftlichem Wachstum*. ifo Forschungs-Berichte, 107/2019. München.
44. Sedillot, F., Pain, N. (2003). *Indicator Models of Real GDP Growth in Selected OECD Countries*. OECD Economics Department Working Papers, No. 364.
45. Seto, K. C., Davis, S. J., Mitchell, R. B., Stokes, E. C., Unruh, G., Ürge-Vorsatz, D. (2016). Carbon Lock-In: Types, Causes, and Policy Implications. *Annual Review of Environment and Resources*, 41 (1), pp. 425-452. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-085934>
46. Starfield, B., Birn, A. E. (2007). Income redistribution is not enough: income inequality, social welfare programs, and achieving equity in health. *J Epidemiol Community Health*, 61 (12), pp. 1038-1041. <https://doi.org/10.1136/jech.2006.054627>
47. Szendi, D., Kocziszky, Gy. (2022). Changes in the social and technological innovation potential of the Visegrad (V4) regions (2001–2019). *Észak-magyarországi Stratégiai Füzetek XIX*. 4. pp. 34-47. <https://doi.org/10.32976/stratfuz.2022.42>
48. Tiberius, V., Gojowy, R., Dabic, M. (2022). Forecasting the future of robo advisory: A three-stage Delphi study on economic, technological, and societal implications. *Technological Forecasting and Social Change*. 182. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121824>
49. Zimmermann, K. F. (2009). Prognosekriese: Warum weniger manchmal mehr ist. *Wirtschaftsdienst*, Nr. 2, pp. 86-90. (in German).

### Internet sources

1. <https://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/>
2. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi>
3. <https://en.unesco.org/creativity/activities/cdis>
4. <https://hdr.undp.org/content/human-development-report-2020>
5. <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/About/Overview/-E-Government-Development-Index>
6. <https://sdgs.un.org/goals>
7. <https://www.mnb.hu/letoltes/versenyke-pesse-gi-jelente-s-hun-2021-1018.pdf>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>) allowing third parties to copy and redistribute the material in any medium or format and remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.