

dr hab. Magdalena Ligus, prof. UEW
Katedra Finansów Przedsiębiorstw i Finansów Publicznych
magdalena.ligus@ue.wroc.pl

dr Piotr Peternek
Katedra Ekonometrii i Badań Operacyjnych
piotr.peternek@ue.wroc.pl

Indeks zrównoważonego rozwoju energetycznego dla państw członkowskich Unii Europejskiej

Konwersatorium Inteligentna Energetyka, 15-12-2020

Prezentowane badanie zostało przeprowadzone w ramach projektu badawczego pt. „Zrównoważona energetyka regionalna - pomiar stopnia wdrożenia oraz wybór strategii rozwoju”, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki w Krakowie. Nr umowy UMO-2018/29/B/HS4/00561

Definicja zrównoważonego rozwoju energetycznego

- Najczęściej cytowana definicja zrównoważonego rozwoju pochodzi z raportu Światowej Komisji ds. Środowiska i Rozwoju [UN 1987]
- Odnosząc się do tej definicji, wielu autorów podobnie definiuje **zrównoważony rozwój energetyczny jako pozyskiwanie i konsumpcję energii, które zaspokajają obecne potrzeby, bez uszczerbku dla zdolności przyszłych pokoleń do zaspokajania ich własnych potrzeb** (patrz np. [Patterson 2009]).
- Definicja słusznie koncentruje się na kwestii długoterminowej dostępności, ponieważ zawsze powinna być podstawowym obszarem zainteresowania tej koncepcji. Jednak bardziej rozbudowane opisy koncepcji zrównoważonej energetyki uwzględniają zarówno kwestię długoterminowej dostępności, jak i uwzględnienie
 - społecznych,
 - środowiskowych i
 - gospodarczych potrzeb rozwoju człowieka [por. Prandecki 2014].

Definicja zrównoważonego rozwoju energetycznego –c.d.

- Everett i in. [2011] stwierdzają, że w kontekście energii, zrównoważony rozwój oznacza wykorzystanie tych źródeł energii, które spełniają trzy wymogi:
 - (1) nie ulegają znacznemu wyczerpaniu w wyniku dalszego użytkowania;
 - (2) nie pociągają za sobą emisji zanieczyszczeń ani innych zagrożeń dla ludzi, środowiska i klimatu na znaczącą skalę;
 - (3) nie wiążą się z utrwalaniem znaczących niesprawiedliwości społecznych.
- Powyższe stwierdzenie jest bardzo ogólne i trudno jednoznacznie wskazać źródło energii, które w pełni spełnia te kryteria. Z tego powodu koncepcja zrównoważonej energii jest dość względna, ponieważ to samo źródło energii może być zrównoważonym w jednej sytuacji, a w innej nie.
- Określenie względnej trwałości jednego systemu energetycznego w porównaniu z innym jest zwykle złożonym procesem, obejmującym szczegółowe rozważenie konkretnych proponowanych procesów i technologii, kontekstu, w którym są one stosowane, oraz ważenie interesów różnych stron zaangażowanych [Everett i in. 2011].

Definicja zrównoważonego rozwoju energetycznego –c.d.

- Powyższe podejście nie jest kompletne, ponieważ należy wziąć pod uwagę nie tylko technologie wytwarzania energii, ale także modele efektywności energetycznej i konsumpcji energii.
- Osiągnięcie zrównoważonego rozwoju energetycznego w skali lokalnej, krajowej i globalnej będzie wymagało planowania strategicznego. Będzie to również wymagało regularnego monitorowania skutków wybranych strategii i polityk, aby sprawdzić, czy sprzyjają one zrównoważonemu rozwojowi, czy też należy je uaktualnić.
- Ważne jest, aby móc **zmierzyć stan obecny** i **monitorować postęp** w kierunku osiągnięcia zrównoważonego rozwoju energetycznego.
- Opracowanie **kompleksowego systemu wskaźników** i **indeksu zrównoważonej energetyki** mogłoby być zatem przydatne do *oceny zarówno stanu obecnego, jak i postępów czynionych w kierunku osiągnięcia zrównoważonej energetyki.*

Cel badania

- Zaproponowanie zestawu wskaźników dotyczących zrównoważonego rozwoju w polityce energetycznej UE-28 na podstawie danych raportowanych w Eurostacie oraz
- opracowanie zagregowanego indeksu zrównoważonego rozwoju energetycznego **SEDAI (Sustainable Energy Development Aggregated Index)**.
- W badaniu wstępnym zastosowaliśmy **metodę sum standaryzowanych**.

- Kolejny etap badania będzie obejmował porównanie indeksów i rankingów dla państw członkowskich UE uzyskanych również za pomocą metod TOPSIS i VIKOR oraz analizę skupień, umożliwiającą identyfikację państw członkowskich podobnych we wdrażaniu koncepcji zrównoważonego rozwoju energetycznego.

Wskaźniki i indeksy zrównoważonego rozwoju energetycznego

- The most widely known and cited set of energy indicators for sustainable development (EISD) was set by IAEA (**Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej**) with cooperation with UN DESA, IEA, Eurostat and EEA[(IAEA, 2005] ENERGY INDICATORS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT: GUIDELINES AND METHODOLOGIES. The goal of this joint endeavour has been to provide users with a consensus by leading experts on definitions, guidelines and methodologies for the development and worldwide use of a single set of energy indicators. EISD were designed to be applied at national level to assess energy systems and to track progress towards nationally defined sustainable development goals and objectives.
- The first widely known simple energy development index (EDI) was prepared by IEA in the 2004 edition of the World Energy Outlook [IEA, 2004]. The index was intended to improve understanding of the role that modern energy plays in economic and human development [IEA, 2004].
- It is calculated in such a way as to mirror the Human Development Index (HDI) of the United Nations Development Programme (UNDP) [IEA, 2004].

Metodyka konstrukcji indeksów w poszczególnych wymiarach i indeksu zagregowanego SEDAI

There are proposed several groups of methods to aggregate indicators into one composite index. The most popular groups of methods are linear programming, covering data envelopment analysis (DEA) method developed by Charnes et al. (1978), **multi-criteria decision analysis (MCDA)** covering, i.e., AHP, FAHP, **TOPSIS, VIKOR** methods and the **subgroup of simple additive or multiplying methods** [Zhou et al., 2006; Zhou et al., 2007; Hatefi and Torabi 2018]. **we use the aggregation of the standardized values of indicators.** In our scheme the following stages are applied:

- To ensure comparability of the variables given in different units, we calculate the z -scores for all indicators:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j}$$

where, x_{ij} is the value of j -indicator for i -country, \bar{x}_j and s_j are the average and standard deviation of the j -indicator, respectively.

- We calculate standardized sums. The formula is to add values of all standardized indicators for i - country:

$$Z_i = \sum_{j=1}^{n=47} z_{ij}$$

Metodyka konstrukcji indeksów w poszczególnych wymiarach i indeksu zagregowanego SEDAI – c.d.

In the last phase, we calculate values of the proposed indexes for the separate EU Member States and as EU-28 average. The formula is as follows:

$$I_k = \frac{Z_i - Z_i^{\min}}{Z_i^{\max} - Z_i^{\min}} = \frac{Z_i - \sum_{j=1}^{n=47} \min_i z_{ij}}{\sum_{j=1}^{n=47} \max_i z_{ij} - \sum_{j=1}^{n=47} \min_i z_{ij}}$$

where $\sum_{j=1}^{n=47} \min_i z_{ij}$ is the sum of the worst variables values in the sample (anti-pattern - minimum values of all indicators) and $\sum_{j=1}^{n=47} \max_i z_{ij}$ is constructed as the sum of the best variables values in the sample (pattern - maximum values of all indicators).

Such a method of index construction causes that index values are in the range from 0 to 1.

Metodyka konstrukcji indeksów w poszczególnych wymiarach i indeksu zagregowanego SEDAI – c.d.

The above procedure leads us to calculate the **indexes of the three dimensions of sustainable energy**, namely: social, economic, and environmental and **local sub-indexes** within dimensional categories and sub-categories.

These partial indexes allow us to compare the Member States' performance in separate dimensions, categories, and sub-categories of sustainable energy.

At final, we calculate **the Sustainable Energy Development Aggregated Index (SEDAI)** for all dimensions according to the formula:

$$\text{SEDAI} = \sum_{k=1}^{l=3} w_k I_k$$

where w_k are weights of sustainable energy dimensions.

Obszary, kategorie i podkategorie zrównoważonego rozwoju energetycznego

SOCIAL DIMENSION

Equity: Affordability; Disparities

Health

ECONOMIC DIMENSION

Competitive energy market: Market structure; Competitive prices; Efficiency of energy conversion and distribution

Energy security: Dependency; Depletion of local energy resources;

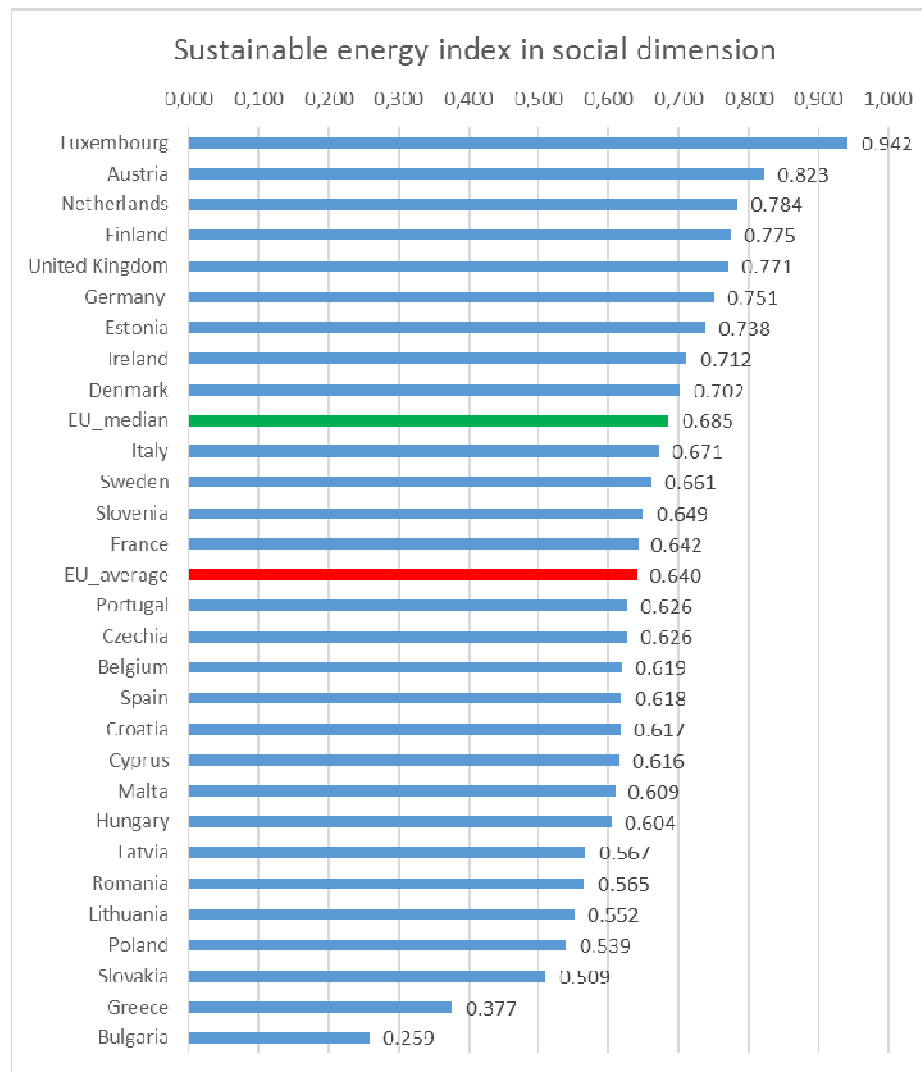
Energy consumption patterns: Energy use; Energy productivity

ENVIRONMENTAL DIMENSION

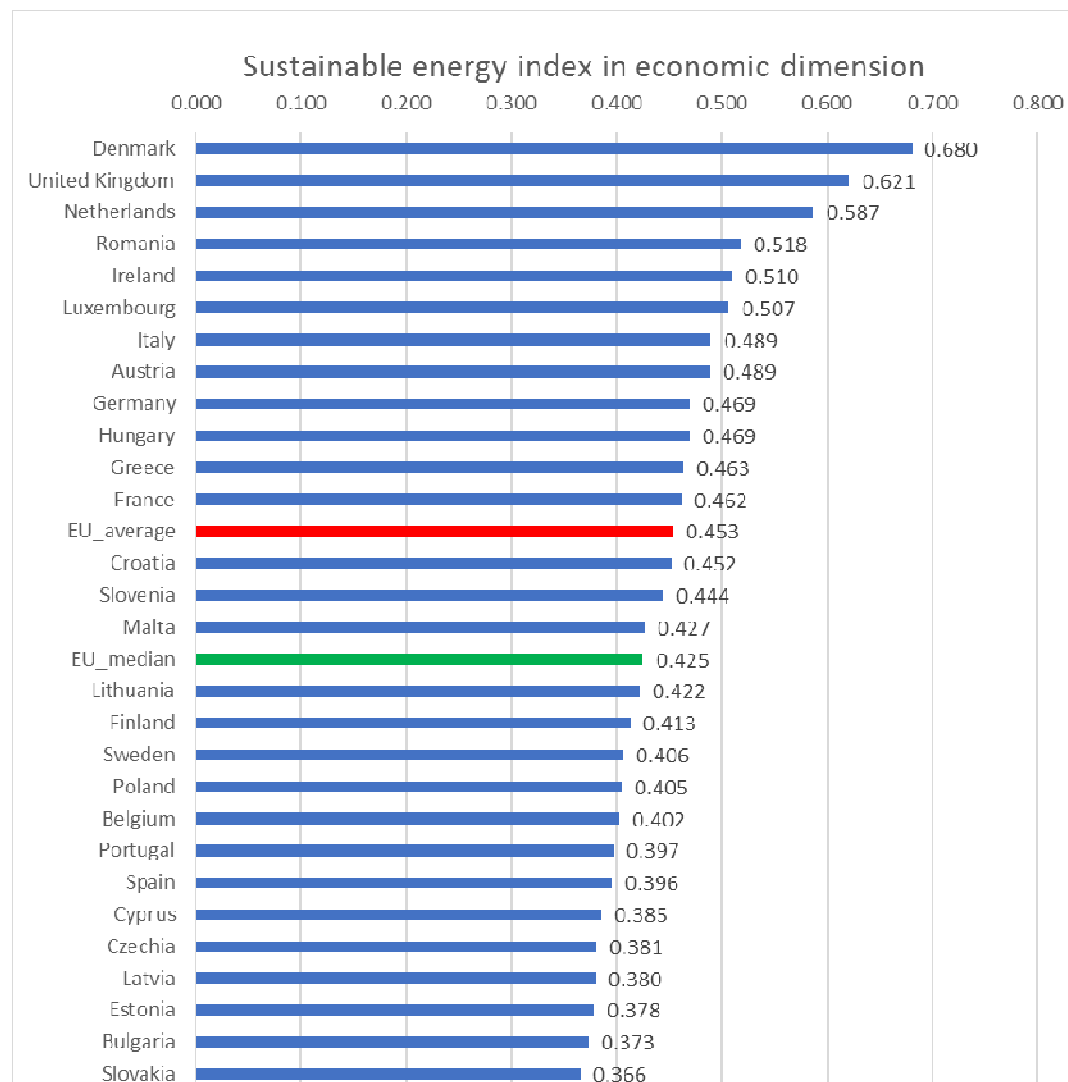
Environmental pressure: Climate change; Air quality; Waste generation

Resource pressure: Renewables; Combined heat and power; Energy recovery

Energy taxes

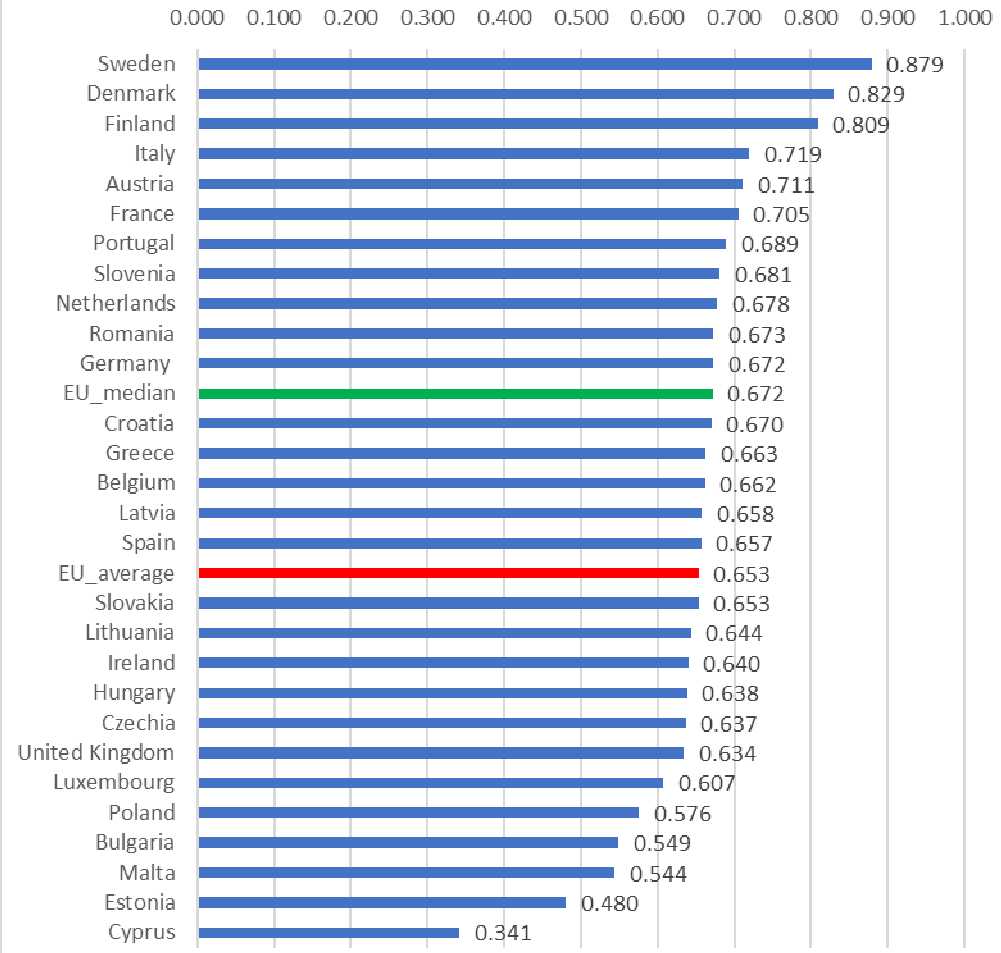


- Można zauważyć skoki między wartościami indeksu dla pewnych grup państw.
- Bułgaria i Grecja pozostają w tyle za pozostałymi państwami UE, podczas gdy Luksemburg jest wyraźnym liderem.
- Kategorią odpowiedzialną za tak niski wynik Bułgarii i Grecji jest wartość subindeksu równości (equity), a w szczególności dysproporcji (disparities),
- Polska zajmuje 25-te miejsce w rankingu.
- Słowacja i Polska mają najniższe wartości indeksu dostępności cenowej energii (affordability).



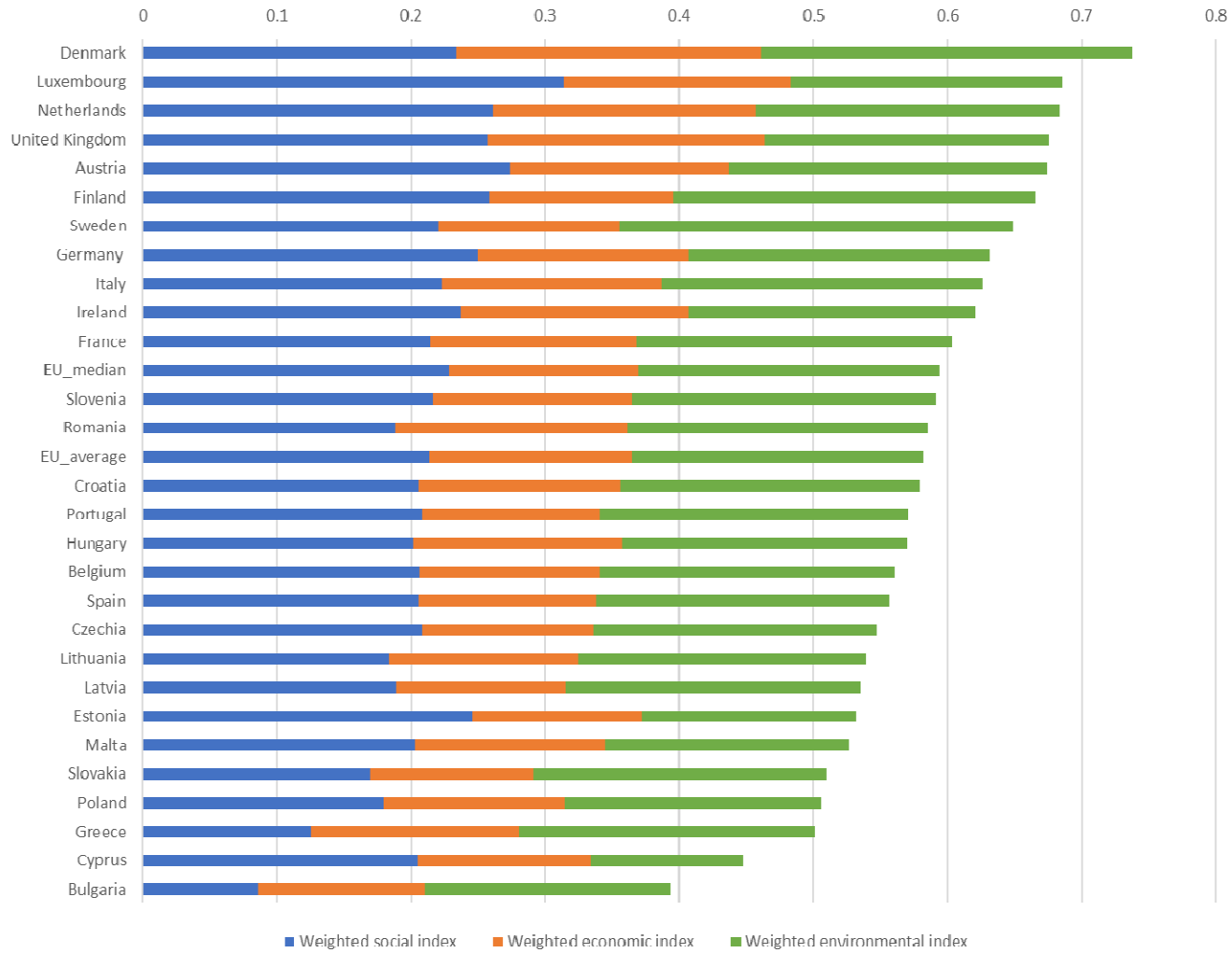
- W wymiarze gospodarczym zrównoważonego rozwoju energetycznego jest znacznie mniejsza rozpiętość wartości indeksu dla państw członkowskich UE w porównaniu do wymiaru społecznego.
- Nie ma państw które byłyby wzorcem i antywzorcem. Niektóre państwa mają wysokie wartości pewnych wskaźników a innych niskie. Dla innych państw zależność jest odwrotna. To powoduje tendencję do wzajemnego znoszenia się wpływu wskaźników na wartość indeksu i ostatecznie powoduje niewielką rozpiętość wartości indeksu dla państw członkowskich UE.
- Dania ma wysokie i stosunkowo wyrównane wartości wszystkich sub-indeksów. Jest to korzystna sytuacja, świadcząca o wysokim poziomie zrównoważonego rozwoju energetycznego w wymiarze ekonomicznym.
- Dania ma znacznie wyższą wartość sub-indeksu bezpieczeństwa energetycznego w stosunku do pozostałych państw członkowskich, zarówno z powodu sub-indeksu zależności energetycznej, jak i wyczerpywania lokalnych zasobów nieodnawialnych.
- Polska zajmuje 19-te miejsce w rankingu i jest to najlepszy wynik spośród trzech analizowanych wymiarów zrównoważonego rozwoju energetycznego.
- Polska ma jedne z najwyższych cen energii i gazu w PPS (Purchasing Power Standard). Gorszy wynik osiągnęła tylko Bułgaria.

Sustainable energy index in environmental dimension

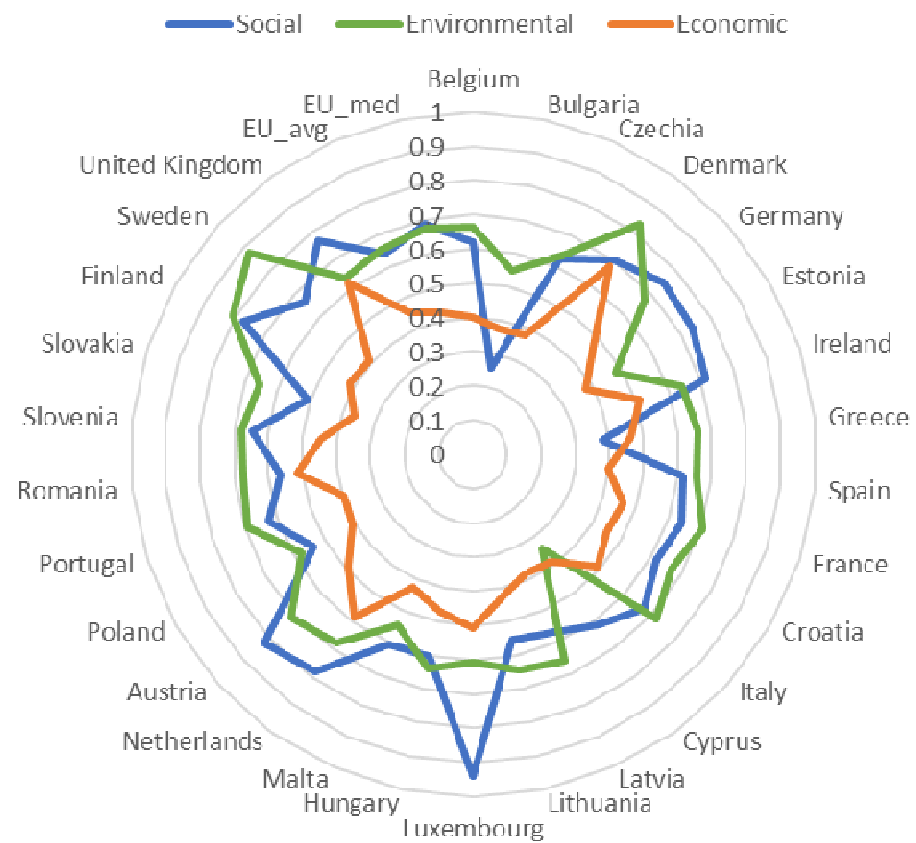


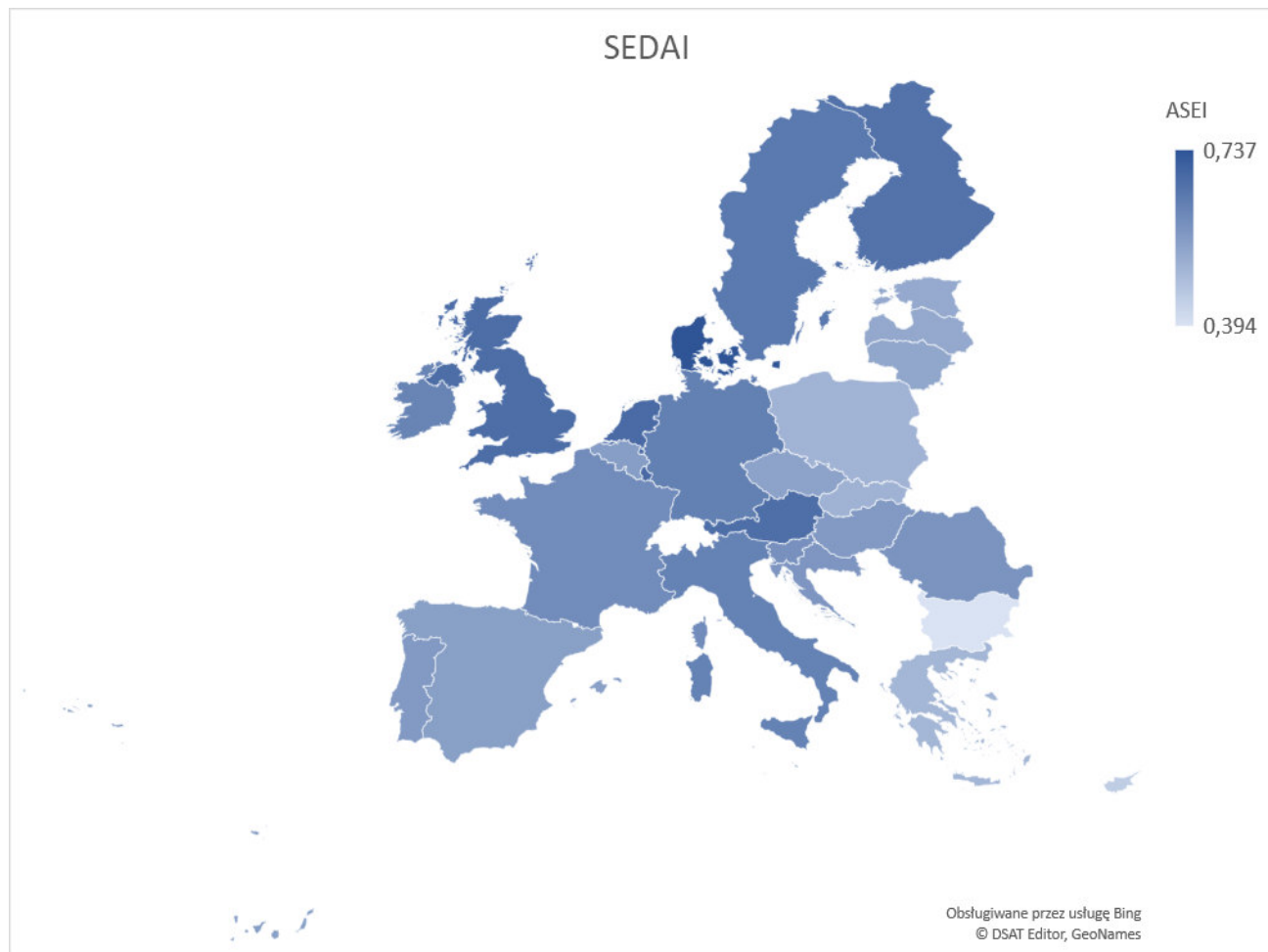
- W obszarze środowiskowym zrównoważonego rozwoju Polska zajmuje 24-te miejsce w rankingu. Szczególnie niskie wartości osiąga sub-indeks produkcji energii z OZE - wartość indeksu dla Polski 0,339 wobec 0,983 dla Szwecji i 0,658 Danii. Najniższą wartość indeksu uzyskała Estonia (0,241).
- Stosunkowo niskie wartości dla Polski przyjmują również sub-indeksy: wpływu na zmiany klimatyczne (emisja GHG), wytwarzania odpadów oraz podatków ekologicznych.

Sustainable Energy Development Aggregated index - equal weights of local indexes



Local indexes for EU Member States





Podsumowanie

- Polska zajmuje niskie pozycje we wszystkich rankingach: 25-te miejsce w wymiarze społecznym, 19-te w wymiarze gospodarczym i 24-te w wymiarze środowiskowym zrównoważonego rozwoju energetycznego.
- W rankingu uwzględniającym wszystkie obszary zrównoważonego rozwoju energetycznego w indeksie zagregowanym (SEDAI) Polska zajmuje 25-te miejsce (z wartością indeksu 0,51). Gorszy wynik SEDAİ uzyskały jedynie Grecja (0,5), Cypr (0,45) i Bułgaria (0,39).
- Pierwsze miejsce w rankingu SEDAİ zajmuje Dania (0,74), kolejne Luksemburg (0,69) i Niderlandy (0,68).

Dziękuję za uwagę