REVUE INTERNATIONALE DES ECONOMISTES DE LANGUE FRANÇAISE 2026, VOL. 11, N°1

https://doi.org/10.18559/RIELF.2026.1.4088

Comment effectuer l'analyse comparative des unités d'administration locale en termes de la croissance durable – cas de la Pologne

How to conduct a comparative analysis of local administrative units in terms of sustainable growth—the case of Poland

Helena GASPARS-WIELOCH

Université des Sciences Économiques et de Gestion de Poznań[1], Pologne
Département d'Informatique et d'Économie Quantitative
helena.gaspars@ue.poznan.pl
https://orcid.org/0000-0003-0033-3836

Kacper ZIELAK

Université des Sciences Économiques et de Gestion de Poznań[2], Pologne
Département d'Informatique et d'Économie Quantitative
kacper.zielak@ue.poznan.pl
https://orcid.org/0009-0002-6098-9095

Abstract

Purpose: The aim of this article is to demonstrate how to conduct a comparative analysis of local administrative units in terms of sustainable growth and how to create a ranking for them.

Design/methodology/approach: To illustrate the proposed approach, the case of the voivodeships of Poland was chosen. The analysis comprises four domains: social, economic, environmental, and institutional-political. Each domain is characterised by five criteria. The ranking is generated on the basis of TOPSIS, a method applied in multi-criteria analysis.

Findings: The results of the research are presented in cartograms. The study yields several interesting conclusions: general ones concerning the method, as well as those specific to Poland. According to one of these conclusions, contrary to popular belief, western Poland is not necessarily better than eastern Poland.

[1] Al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań, Pologne.
[2] Al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań, Pologne.

Originality/value: In general, sustainable growth is examined through three dimensions: social, economic, and environmental. However, the following analysis encompasses four dimensions, as it also takes into account the institutional-political sphere, which provides significant support to the other areas.

Keywords: sustainable growth, local administrative units, four domains, ranking, TOPSIS, Polish voivodeships.

Résumé

Objectif : Le but de cet article est de montrer comment peut-on effectuer l'analyse comparative des unités d'administration locale en termes de la croissance durable et comment leur classement peut être crée.

Conception/méthodologie/approche : Pour illustrer l'approche proposée, le cas des voïvodies de Pologne a été choisi. L'analyse comprend quatre domaines: social, économique, environnemental et institutionnel-politique. Chaque domaine est caracterisé par cinq critères. Le classement est géneré à l'aide de TOPSIS qui constitue une méthode utilisée dans le cadre de l'analyse multicritère.

Résultats : Les résultats de l'analyse sont présentés à base de cartogrammes. L'étude effectuée fournit de nombreuses conclusions intéressantes: générales concernant la méthode, ainsi que particulières pour la Pologne. Selon l'une d'elles, contrairement à ce qu'on suppose souvent, la partie Ouest de la Pologne n'est pas du tout meilleure que la partie Est de ce pays.

Originalité/valeur : En general la croissance durable est examinée dans le cadre de trois aspects: social, économique et environnemental. Cependant l'analyse suivante comprend quatre aspects, car elle prend aussi en compte le domaine institutionnel-politique qui apporte un soutien important aux autres domaines.

Mots-clés : croissance durable, unités d'administration locale, quatre domaines, classement, TOPSIS, voïvodies de Pologne.

JEL classification: C44, Q01, Q5, R5.

Introduction

L'objectif de cet article est de montrer comment peut-on effectuer l'analyse comparative des unités d'administration locale en termes de la croissance durable et comment leur classement peut être construit. Afin de présenter l'approche proposée le cas des voïvodies de Pologne a été choisi.

L'essentiel du développement durable est de satisfaire les besoins actuels et de préserver les ressources pour les générations à venir. C'est pourquoi, de nombreuses entités et groupes tiennent à soutenir cette croissance (Cernev &

Fenner, 2020 ; Meyer, 2025) et à la mesurer consciencieusement (Hickel, 2020 ; Kubiszewski et al., 2021).

En général la croissance durable est examinée dans le cadre de trois aspects: social, économique et environnemental (Brzozowska et al., 2022 ; Enel, n.d. ; Gupta et al., 2026 ; James & Magee, 2022 ; Mangukiya & Sklarew, 2023 ; Purvis et al., 2019 ; Safdie, n.d. ; Stec et al., 2024 ; Sustainable development, n.d.). Cependant l'analyse suivante comprend quatre aspects, car elle prend aussi en compte le domaine institutionnel-politique.

Pour quelle raison est-il souhaitable de consider ce quatrième secteur ? D'après les auteurs, si les bureaux politiques et administratifs fonctionnent correctement, conformément à la loi et aux principes éthiques, les décisions concernant la société, l'économie et l'environnement d'un pays donné ont la chance d'être plus rationnelles. Donc, les facteurs (caractéristiques, attributs) liés au travail des institutions ne devraient pas être négligés.

Dans l'analyse menée chaque domaine est caracterisé par cinq critères, ce qui donne en tout 20 facteurs. Évidemment, le nombre de critères déterminant la croissance durable est considérablement plus élevé, mais lorsque l'évaluation concerne les unités d'administration locale, par exemple les voïvodies d'un pays, certains facteurs ne peuvent pas être inclus en raison du manque de données.

Le classement sera construit à l'aide de TOPSIS qui constitue une méthode multicritère. Cette procédure est souvent utilisée comme moyen de mesurer le niveau de la croissance durable (Piwowarski et al., 2018 ; Stecyk 2019). Elle est si populaire qu'elle a beaucoup de versions concernant les formules employées, les étapes effectuées et les domaines d'application (Gaspars-Wieloch, 2023 ; Hwang et al., 1993 ; Roszkowska & Kacprzak, 2016 ; Ziemba et al., 2020).

Étant donné que l'article traite de la croissance durable, l'étude adopte des règles qui tiennent également compte de la spécificité du phénomène considéré qu'on associe généralement à une situation équilibrée.

Les sections suivantes de l'article présentent les données utilisées dans l'étude, la méthode et les règles adoptées, les résultats illustrés sous forme de tableaux et de cartogrammes, les conclusions et les références bibliographiques.

1. Données

Comme cela a été signalé, nous allons examiner le cas de la Pologne, un pays qui est frontalier avec sept etats et qui est situé au centre de l'Europe. La Pologne est une république parlemantaire. En ce moment, elle est divisée adminis-

trativement en 16 voïvodies: D – Dolnośląskie, KP – Kujawsko-Pomorskie, LE – Lubelskie, LU – Lubuskie, Ł – Łódzkie, MP – Małopolskie, MZ – Mazowieckie, O – Opolskie, PK – Podkarpackie, PL – Podlaskie, PM – Pomorskie, ŚL – Śląskie, ŚW – Świętokrzyskie, WM – Warmińsko-Mazurskie, WL – Wielkopolskie, Z – Zachodniopomorskie. Les voïvodies elles-mêmes sont subdivisées en districts (pol. powiaty) puis en communes (pol. gminy). Ce sont donc les voïvodies qui constitueront les éléments du classement.

Le dévéloppement durable peut être décrit par de nombreux attributs, mais puisque cette recherche concerne les unités d'administration locale – les voïvodies, il est indispensable de sélectionner des caractéristiques pour lesquelles il est possible de collecter les données. Le choix des facteurs devrait être aussi determiné par les correlations entre les critères, car il n'est pas conseillé de garder des attributs trop correlés les uns aux autres. L'analyse du raport de l'Office statistique de Katowice (ville du Sud de la Pologne) nous a permis de distinguer 20 attributs, cela veut dire 5 pour chaque aspect.

Dans les paragraphes suivants, l'expression "max" signifie que l'on a affaire à un critère (attribut) positif. Dans ce cas plus le score est élevé, plus la valeur est favorable. L'expression "min" signifie que le critère analysé est négatif. Cette fois-ci, plus le score est élevé, plus la valeur est défavorable.

Le domaine social est représenté par: le taux de risque de pauvreté après transferts sociaux (% – X_1(min)) ; le nombre des décès sur la route pour 100 000 habitants (personnes – X_2(min)) ; le nombre de logements mis en service pour 1000 habitants agés de 24 a 35 ans (unités – X_3(max)) ; la part des adultes participant à l'éducation ou à la formation agés de 24 a 65 ans (% – X_4(max)) ; le nombre de médecins pour 10 000 habitants (personnes – X_5(max)).

Le domaine économique est caracterisé par: la productivité du travail dans le secteur industriel (milles PLN par employé – X_6(max)) ; les revenus budgétaires des voïvodies par habitant (zloty – X_7(max)) ; la part de la longueur des lignes ferroviaires adaptées à la vitesse 120 km/h et plus dans la longueur des lignes ferroviaires en exploitation (% – X_8(max)) ; le taux de chomage (% – X_9(min)) ; dépenses d'investissement par habitant (zloty – X_{10}(max)).

En ce qui concerne le domaine environnemental inclu dans notre analyse, il comprend: la part de l'énergie renouvelable dans la production totale d'électricité (% – X_{11}(max)) ; la couverture forestière ((% – X_{12}(max)) ; la consommation de l'eau pour les besoins de l'économie et de la population au cours de l'année par habitant (m^3 – X_{13}(min)) ; la masse des déchêts municipaux générés par un habitant (kg – X_{14}(min)) ; la part des zones légalement protegées dans la superficie totale (% – X_{15}(max)).

Et voici les attributs choisis pour le dernier domaine – appelé „institutionnel-politique": le pourcentage des unités de l'administration publique offrant

aux employés des cours concernant les télécommunications et l'informatique (% – X_{16}(max)) ; le nombre d'organismes (actifs) sans but lucratif (OSBL) pour 10 000 habitants (unités – X_{17}(max)) ; le nombre de délits de corruption pour 100 000 habitants (unités – X_{18}(min)) ; le nombre d'employés de l'administration publique pour 10 000 habitants (personnes – X_{19}(but)) ; la participation des femmes aux organes législatifs des collectivités locales (% – X_{20}(but)).

Lorsque l'on prend une décision, souvent certains critères sont ni positifs, ni négatifs. Il s'agit des attributs par rapport auxquels le décideur déclare un niveau souhaité (qui n'est ni le plus élevé, ni le plus bas possible). Dans cet article nous appelons ce genre de critères: critères-but et ce sont les deux dernières caractéristiques (X_{19} et X_{20}) qui, au lieu d'être maximisées ou minimisées, ont chacune une valeur désirée, fixée par les auteurs de cette analyse. Le but peut être défini sous la forme d'un nombre concret ou d'un intervalle numérique.

Le facteur X_{19} constitue dans cette étude un critère-but avec un intervalle [103,5 ; 117,5]. Cette plage de valeurs comprend le niveau moyen du phénomene, c'est à dire 110,5. Les limites (inférieure et supérieure) on été calculées en ajoutant et soustrayant un quart de l'écart-type estimé pour l'attribut en question. Cette partie de l'écart-type a été justement choisie pour que l'intervalle ne comprenne ni trop, ni trop peu de voïvodies. Parfois ce critère est considéré comme attribut négatif, car la bureaucratie excessive dans une région donnée est généralement percue négativement. Néanmoins, dans cette étude on assume que le nombre insuffisant de fonctionnaires peut entraîner une augmentation significative des filles d'attente parmi les parties intéressées et par consequent un service administratif inéfficace. C'est pourquoi, il est justifié de consider le nombre d'employés de l'administration publique pour 10 000 habitants comme critère-but.

Le facteur X_{20} est traité comme critère-but aussi, mais avec un nombre concret, égal a 50% (0,5). Le but choisi (50%) découle des postulats qui préconisent une structure de genre représentative dans toutes les instances politiques. En estimant le nombre souhaité pour le dernier facteur, il s'agissait de fixer le niveau le plus neutre possible. Évidemment, pour certains milieux ce niveau peut être considéré comme trop élevé ou trop bas. En plus, vu les phénomènes sociaux qui se développent actuellement sur notre planète (par exemple l'émergence de nouveaux genres), pour certaines personnes l'introduction du critère X_{20} est inutile.

Les auteurs ont decidé d'utiliser les données de l'année 2022. Le tableau 1 représente les valeurs originales de tous les attributs. Les sources de données comprennent: l'Office Central des Statitiques, l'Office des Transports Ferroviaires et le Portail de la Police Polonaise.

Tableau 1. Valeurs des critères

C\V	*D*	*KP*	*LE*	*LU*	*Ł*	*MP*	*MZ*	*O*	*PK*	*PL*	*PM*	*ŚL*	*ŚW*	*WM*	*WL*	*Z*
X_1	9,0	17,7	22,6	13,3	14,1	13,6	10,6	12,1	17,4	23,4	13,7	7,8	14,8	20,6	14,4	13,5
X_2	4,8	5,1	6,0	6,4	6,9	3,0	5,2	6,8	4,2	6,0	4,2	3,6	5,7	6,1	6,1	4,6
X_3	58,4	46,0	41,5	49,7	46,8	49,6	59,1	28,8	41,4	44,6	63,8	36,2	31,8	45,9	55,5	51,0
X_4	7,2	8,2	6,0	9,8	9,6	5,9	4,4	9,1	9,0	7,1	8,5	5,5	8,1	9,8	9,0	8,8
X_5	39,7	32,6	41,7	25,6	45,1	38,6	46,9	27,8	31,0	41,7	37,4	43,6	34,8	27,2	31,5	33,8
X_6	822,4	587,6	544,5	647,3	611,3	625,7	1315,7	597,5	479,2	645,9	720,3	692,5	526,3	455,5	630,1	605,9
X_7	578,9	782,6	654,0	696,7	562,5	624,1	815,5	714,4	728,2	628,8	552,4	488,1	624,4	661,8	603,8	794,7
X_8	17,5	20,9	24,6	14,9	24,8	15,4	31,2	10,8	10,4	0,0	17,3	10,7	14,4	13,9	28,6	7,9
X_9	4,5	7,3	8,0	4,4	5,5	4,4	4,3	5,9	8,8	7,0	4,6	3,7	7,8	8,6	2,9	6,7
X_{10}	11641	8456	6994	8830	8701	9255	14828	9158	7365	10039	9497	9992	6701	7894	10448	11667
X_{11}	10,3	54,6	51,6	35,7	6,3	20,6	7,3	5,6	49,5	80,3	63,9	9,5	20,8	95,6	52,2	62,6
X_{12}	29,9	23,5	23,5	49,4	21,4	28,6	23,4	26,7	38,3	31,2	36,5	32,2	28,4	31,8	25,8	35,8
X_{13}	125,3	112,2	138,0	77,2	114,5	115,4	517,6	127,8	94,1	76,6	82,1	87,5	1112,2	74,9	345,2	548,1
X_{14}	422	357	256	398	356	337	358	382	243	296	383	393	275	320	381	412
X_{15}	18,6	32,2	22,7	37,5	19,5	53,1	29,7	27,6	44,9	31,6	33,0	22,1	64,9	46,7	29,6	21,8
X_{16}	59,9	68,5	54,0	61,5	58,5	59,8	56,8	77,4	56,8	48,5	63,8	69,5	54,7	58,4	66,5	58,6
X_{17}	25,3	25,6	32,0	27,4	28,0	29,3	30,1	28,1	30,1	26,7	24,7	20,1	30,4	28,1	29,9	25,4
X_{18}	7,5	1,5	9,1	4,8	14,8	3,9	11,8	26,4	31,2	39,5	4,5	48,1	16,9	4,9	5,3	15,3
X_{19}	96,2	102,2	116,7	112,3	104,6	85,8	208,0	108,2	103,4	118,7	94,3	89,9	110,5	114,2	88,5	113,8
X_{20}	33,3	31,1	28,8	32,7	31,7	26,9	32,3	30,8	21,9	26,7	31,0	31,2	29,5	34,7	30,5	37,0

Note : C – critères, V – voïvodies.

Source: élaboration propre.

2. Méthode

La construction du classement peut être effectuée à l'aide de diverses méthodes mathématiques d'analyse multicritère.

Parmi elles il faut certainement mentionner „la somme pondérée" – SAW – simple additive weighing method (Ciardiello & Genovese 2023 ; Gaspars-Wieloch & Gawroński, 2024 ; Konopka, 2018) qui consiste à calculer pour chaque action (choix, alternative) une somme de produits des valeurs des critères et de leur poids (importance). L'action dont cette somme est la plus élevée peut prendre la première place dans le classement. La somme pondérée est le plus souvent utilisée quand les critères sont favorables (maximisés) ou défavorables (minimisés).

Lorsque pour certains critères ce n'est ni le maximum, ni le minimum qui compte, mais un niveau intermédiare est désiré, le classement peut être préparé grâce à GP – goal programming (Charnes et al., 1955). Cette méthode consiste à calculer pour chaque choix une somme de produits des écarts (entre les valeurs originales et les niveaux souhaités) et de leur poids. Dans le cas de cette approche le résultat synthétique le plus bas indique la meilleure action.

Évidemment, si les critères d'origine ne sont pas comparables vu leurs unités et niveaux différents, il est indispensable de remplacer les valeurs originales par des valeurs normalisées. Cette transformation est possible pour les procédures décrites ci-dessus.

Parmi les techniques multi-critères l'„analyse multicritère hiérarchique" (AMCH) (Vaidya & Kumar, 2006) est aussi très populaire, mais ses étapes sont beaucoup plus complexes, car cette fois-ci la construction du classement doit être précédée de comparaison pour chaque paire d'actions et pour chaque paire de critères. En plus, la méthode mentionnée peut être utilisée seulement pour un nombre de facteurs et un nombre de décideurs assez limités.

La littérature offre aussi des procédures qui ne permettent pas d'attribuer des poids à chaque attribut. C'est par exemple le cas de l'approche „max-min" (Gaspars-Wieloch, 2021) où la construction du classement des alternatives est basée sur les critères les moins bien réalisés.

Les conceptions mentionnées constituent des exemples de moyens permettant d'établir un classement, néanmoins la revue de la littérature nous révèle que TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) est l'une des méthodes les plus fréquentes dans le cadre de l'appréciation de la croissance durable (Balcerzak & Pietrzak, 2016 ; Piwowarski et al., 2018 ; Ding et al., 2022). C'est pourquoi nous allons l'examiner en détail.

TOPSIS a été développée par Hwang et Yoon en 1981 (Hwang & Yoon 1981). Son but est de classer un certain nombre de choix sur la base d'un ensemble

de critères maximisés ou minimisés. Son principe consiste à déterminer pour chaque action un coefficient compris entre 0 et 1 selon des distances euclidiennes entre chaque alternative d'une part et les solutions idéale et anti-idéale. TOPSIS prend également en considération des pondérations qui représentent l'importance relative des attributs les uns par rapport aux autres.

Voici les étapes de TOPSIS :

1. Transformer les critères négatifs et critères-but en critères positifs selon les équations (1)–(3) et (4)–(5), respectivement. L'équation (1) est utilisée lorsque le critère défavorable représente un indicateur d'intensité et les équations (2) et (3) sont destinées aux indices de structure. L'équation (4) concerne les critères avec une valeur concrète désirée, par contre l'équation (5) est applicable pour les attributs avec une plage préférée :

$$x_{i,k} = \frac{1}{x_{i,k}^{N} + c_k} \tag{1}$$

$$x_{i,k} = 1 - x_{i,k}^{N} \tag{2}$$

$$x_{i,k} = 100 - x_{i,k}^{N} \tag{3}$$

$$x_{i,k} = \frac{1}{\left| x_{i,k}^{B(c)} - B_k \right| + c_k} \tag{4}$$

$$x_{i,k} = \begin{cases} \dfrac{1}{I_k - x_{i,k}^{B(p)} + c_k} & \text{lorsque} \quad x_{i,k}^{B(p)} < I_k \\ \dfrac{1}{c_k} & \text{lorsque} \quad I_k \le x_{i,k}^{B(p)} \le S_k \\ \dfrac{1}{x_{i,k}^{B(p)} - S_k + c_k} & \text{lorsque} \quad x_{i,k}^{B(p)} > S_k \end{cases} \tag{5}$$

$x_{i,k}$ – valeur du critère k réalisée par l'alternative i,
$x_{i,k}^{N}$ – valeur du critère négatif k réalisée par l'alternative i,
c_k – valeur constante pour le critère k,
$x_{i,k}^{B(c)}$ – valeur du critère-but k réalisée par l'option i lorsqu'un niveau concret est exigé,
B_k – valeur concrète désirée pour le critère-but k,
I_k – valeur inférieure de la plage souhaitée pour le critère-but k,
$x_{i,k}^{B(p)}$ – valeur du critère-but k réalisée par l'option i lorsqu'une plage est souhaitée,
S_k – valeur supérieure de la plage souhaitée pour le critère-but k.

2. Normaliser les valeurs des critères selon l'équation (6) :

$$z_{i,k} = \frac{x_{i,k}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N} x_{i,k}^2}} \tag{6}$$

$z_{i,k}$ – valeur normalisée du critere k réalisée par l'alternative i,
N – nombre d'alternatives.

3. Multiplier les valeurs normalisées par les poids associés aux critères :

$$p_{i,k} = z_{i,k} p_k \tag{7}$$

p_k – poids (importance, pondération) du critère k.

4. Trouver les valeurs des critères realisées par les solutions idéales favorable (équation 8) et défavorable (équation 9) :

$$p_{0,k}^{+} = \max_i(p_{i,k}) \tag{8}$$

$$p_{0,k}^{-} = \min_i(p_{i,k}) \tag{9}$$

$p_{0,k}^{+}$ – coordonnée de la solution idéale favorable pour l'attribut k,
$p_{0,k}^{-}$ – coordonnée de la solution idéale défavorable pour l'attribut k.

5. Calculer la distance entre chaque option et les solutions idéales favorable (équation 10)/ défavorable (équation 11) :

$$d_{0k}^{+} = \sqrt{\sum_{k=1}^{K}(p_{i,k} - p_{0,k}^{+})^2} \tag{10}$$

$$d_{0k}^{-} = \sqrt{\sum_{k=1}^{K}(p_{i,k} - p_{0,k}^{-})^2} \tag{11}$$

6. Déterminer l'indice TOPSIS (T_i) :

$$T_i = \frac{d_{0k}^{-}}{d_{0k}^{-} + d_{0k}^{+}} \tag{12}$$

7. Préparer le classement des options. L'alternative avec l'indice TOPSIS le plus élevé occupe la première place du classement.

Cet indice favorise les options les plus lointaines de la solution idéale défavorable et les plus proches de la solution idéale favorable. Dans notre analyse toutes les valeurs des attributs à minimiser sont positives, ce qui fait que la

constante c_k peut etre égale a 0. Pour les critères-but c_{19} = 110,5 et c_{20} = 30,6 (valeurs moyennes).

L'étape 3 n'est pas obligatoire – il est nécessaire d'utiliser l'équation (7) uniquement si le décideur a l'intention d'introduire des poids différents pour chaque attribut. Dans cette étude les auteurs constatent que lorsqu'il s'agît de comparer les unités d'administration locale en termes de la croissance durable les pondérations devraient être identiques pour chaque domaine et pour chaque critère, car le développement durable est lié à une situation équilibrée.

TOPSIS peut être effectuée pour tous les critères ensemble, mais puisque dans cette recherche l'analyse repose sur quatre domaines les étapes 4–7 peuvent être réalisées séparément pour chaque domaine, ce que permettra d'identifier les forces et les faiblesses de chaque voïvodies. Si les calculs sont effectués de telle manière, il est nécessaire d'ajouter encore une étape (étape 8) qui consiste à déterminer la moyenne de tous les indices obtenus par la voïvodie donnée et à créer le classement final.

3. Résultats

D'après la description de TOPSIS les critères négatifs et les critères-but peuvent être transformés en critères positifs (étape 1, tableau 2). Pour les critères X_1, X_9 la formule (3) a été utilisée. L'équation (1) a été utile pour transformer l'attribut X_2, X_{13}, X_{14} et X_{18}. Le facteur X_{19} est transformé en attribut positif grâce à la formule (5) et les valeurs du facteur X_{20} ont été changées en utilisant l'équation (4).

Ensuite la normalisation est nécessaire (étape 2, équation 6, tableau 3). L'étape 3 a été délibérément omise. Maintenant il ne nous reste qu'à trouver les valeurs des critères réalisés par les solutions idéales favorable et défavorable – étape 4. Par example pour l'attribut X_1 la valeur de la solution idéale favorable est égale à 0,27 et celle de la solution idéale défavorable est égale a 0,22.

Les tableaux 4–7 représentent les distances (étape 5), les indices (étape 6) et les positions (étape 7) séparement pour chaque domaine. Les figures 1–4 ont été créées pour mieux illustrer toutes les valeurs obtenues. Le groupe est nommé « très bon » lorsque les valeurs (les indices TOPSIS) de ses membres sont supérieures ou égales à la somme « moyenne+écart-type ». Le groupe est nommé « bon » quand ces valeurs appartiennent à l'intervalle [moyenne ; moyenne+écart type[. Le groupe est « moyen » lorsque les indices appartiennent à l'intervalle [moyenne–écart-type ; moyenne[. Et enfin le groupe est considéré comme « mauvais » quand il s'agît des valeurs inférieures à la différence « moyenne–écart-type ».

Tableau 2. Transformation des valeurs originales

C\V	*D*	*KP*	*LE*	*LU*	*Ł*	*MP*	*MZ*	*O*	*PK*	*PL*	*PM*	*ŚL*	*ŚW*	*WM*	*WL*	*Z*
X_1	91,0	82,3	77,4	86,7	85,9	86,4	89,4	87,9	82,6	76,6	86,3	92,2	85,2	79,4	85,6	86,5
X_2	0,21	0,20	0,17	0,16	0,15	0,34	0,19	0,15	0,24	0,17	0,24	0,28	0,18	0,16	0,16	0,22
X_3	58,4	46,0	41,5	49,7	46,8	49,6	59,1	28,8	41,4	44,6	63,8	36,2	31,8	45,9	55,5	51,0
X_4	7,2	8,2	6,0	9,8	9,6	5,9	4,4	9,1	9,0	7,1	8,5	5,5	8,1	9,8	9,0	8,8
X_5	39,7	32,6	41,7	25,6	45,1	38,6	46,9	27,8	31,0	41,7	37,4	43,6	34,8	27,2	31,5	33,8
X_6	822,4	587,6	544,5	647,3	611,3	625,7	1315,7	597,5	479,2	645,9	720,3	692,5	526,3	455,5	630,1	605,9
X_7	578,9	782,6	654,0	696,7	562,5	624,1	815,5	714,4	728,2	628,8	552,4	488,1	624,4	661,8	603,8	794,7
X_8	17,5	20,9	24,6	14,9	24,8	15,4	31,2	10,8	10,4	0,0	17,3	10,7	14,4	13,9	28,6	7,9
X_9	95,5	92,7	92,0	95,6	94,5	95,6	95,7	94,1	91,2	93,0	95,4	96,3	92,2	91,4	97,1	93,3
X_{10}	11641	8456	6994	8830	8701	9255	14828	9158	7365	10039	9497	9992	6701	7894	10448	11667
X_{11}	10,3	54,6	51,6	35,7	6,3	20,6	7,3	5,6	49,5	80,3	63,9	9,5	20,8	95,6	52,2	62,6
X_{12}	29,9	23,5	23,5	49,4	21,4	28,6	23,4	26,7	38,3	31,2	36,5	32,2	28,4	31,8	25,8	35,8
X_{13}	0,008	0,009	0,007	0,013	0,009	0,009	0,002	0,008	0,011	0,013	0,012	0,011	0,001	0,013	0,003	0,002
X_{14}	0,0024	0,0028	0,0039	0,0025	0,0028	0,0030	0,0028	0,0026	0,0041	0,0034	0,0026	0,0025	0,0036	0,0031	0,0026	0,0024
X_{15}	18,6	32,2	22,7	37,5	19,5	53,1	29,7	27,6	44,9	31,6	33,0	22,1	64,9	46,7	29,6	21,8
X_{16}	59,9	68,5	54,0	61,5	58,5	59,8	56,8	77,4	56,8	48,5	63,8	69,5	54,7	58,4	66,5	58,6
X_{17}	25,3	25,6	32,0	27,4	28,0	29,3	30,1	28,1	30,1	26,7	24,7	20,1	30,4	28,1	29,9	25,4
X_{18}	0,13	0,65	0,11	0,21	0,07	0,26	0,09	0,04	0,03	0,03	0,22	0,02	0,06	0,21	0,19	0,07
X_{19}	0,0085	0,0089	0,0090	0,0090	0,0090	0,0078	0,0050	0,0090	0,0090	0,0089	0,0084	0,0081	0,0090	0,0090	0,0080	0,0090
X_{20}	0,0211	0,0202	0,0193	0,0209	0,0204	0,0186	0,0207	0,0201	0,0170	0,0186	0,0202	0,0202	0,0196	0,0218	0,0200	0,0229

Note : C – critères, V – voïvodies.

Source: élaboration propre.

Tableau 3. Normalisation des critères

C\V	D	KP	LE	LU	Ł	MP	MZ	O	PK	PL	PM	ŚL	ŚW	WM	WL	Z
X_1	0,27	0,24	0,23	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,24	0,22	0,25	0,27	0,25	0,23	0,25	0,25
X_2	0,25	0,24	0,20	0,19	0,18	0,41	0,23	0,18	0,29	0,20	0,29	0,34	0,21	0,20	0,20	0,27
X_3	0,31	0,24	0,22	0,26	0,24	0,26	0,31	0,15	0,22	0,23	0,33	0,19	0,17	0,24	0,29	0,27
X_4	0,23	0,26	0,19	0,30	0,30	0,18	0,14	0,28	0,28	0,22	0,27	0,17	0,25	0,30	0,28	0,27
X_5	0,27	0,22	0,28	0,17	0,31	0,26	0,32	0,19	0,21	0,28	0,25	0,30	0,24	0,19	0,21	0,23
X_6	0,30	0,21	0,20	0,24	0,22	0,23	0,48	0,22	0,18	0,24	0,26	0,25	0,19	0,17	0,23	0,22
X_7	0,22	0,30	0,25	0,26	0,21	0,24	0,31	0,27	0,27	0,24	0,21	0,18	0,24	0,25	0,23	0,30
X_8	0,24	0,29	0,34	0,20	0,34	0,21	0,43	0,15	0,14	0,00	0,24	0,15	0,20	0,19	0,39	0,11
X_9	0,25	0,25	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,24	0,25	0,25	0,26	0,24	0,24	0,26	0,25
X_{10}	0,30	0,22	0,18	0,23	0,22	0,24	0,38	0,24	0,19	0,26	0,25	0,26	0,17	0,20	0,27	0,30
X_{11}	0,05	0,28	0,27	0,19	0,03	0,11	0,04	0,03	0,26	0,42	0,33	0,05	0,11	0,50	0,27	0,33
X_{12}	0,24	0,19	0,19	0,40	0,17	0,23	0,19	0,21	0,31	0,25	0,29	0,26	0,23	0,26	0,21	0,29
X_{13}	0,22	0,24	0,20	0,35	0,24	0,24	0,05	0,21	0,29	0,36	0,33	0,31	0,02	0,37	0,08	0,05
X_{14}	0,20	0,23	0,33	0,21	0,23	0,25	0,23	0,22	0,34	0,28	0,22	0,21	0,30	0,26	0,22	0,20
X_{15}	0,13	0,22	0,16	0,26	0,14	0,37	0,21	0,19	0,31	0,22	0,23	0,15	0,45	0,33	0,21	0,15
X_{16}	0,24	0,28	0,22	0,25	0,24	0,24	0,23	0,32	0,23	0,20	0,26	0,28	0,22	0,24	0,27	0,24
X_{17}	0,23	0,23	0,29	0,25	0,25	0,26	0,27	0,25	0,27	0,24	0,22	0,18	0,27	0,25	0,27	0,23
X_{18}	0,16	0,77	0,13	0,25	0,08	0,30	0,10	0,04	0,04	0,03	0,26	0,02	0,07	0,24	0,22	0,08
X_{19}	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,23	0,15	0,26	0,26	0,26	0,24	0,24	0,26	0,26	0,23	0,26
X_{20}	0,26	0,25	0,24	0,26	0,25	0,23	0,26	0,25	0,21	0,23	0,25	0,25	0,24	0,27	0,25	0,28

Note : C – critères, V – voïvodies.

Source: élaboration propre.

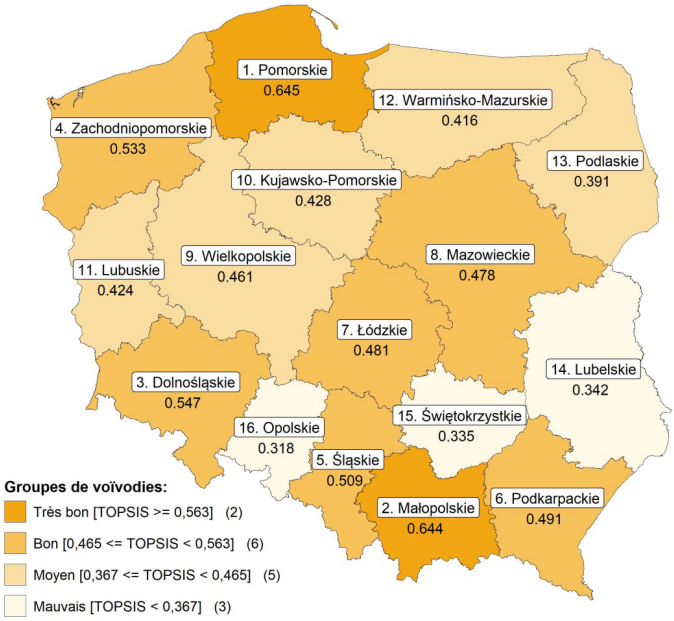


Figure 1. Ordre social à travers les voïvodies

Source: élaboration propre.

Tableau 4. Les distances et l'indice TOPSIS – domaine social

Voïvodie	*D*	*KP*	*LE*	*LU*	*Ł*	*MP*	*MZ*	*O*	*PK*	*PL*	*PM*	*ŚL*	*ŚW*	*WM*	*WL*	*Z*
di+	0,18	0,23	0,27	0,27	0,25	0,15	0,25	0,32	0,20	0,25	0,14	0,21	0,28	0,27	0,24	0,18
di -	0,22	0,17	0,14	0,20	0,23	0,28	0,22	0,15	0,20	0,16	0,26	0,22	0,14	0,19	0,21	0,21
TOPSIS	0,55	0,43	0,34	0,42	0,48	0,64	0,48	0,32	0,49	0,39	0,64	0,51	0,34	0,42	0,46	0,53
Position	III	X	XIV	XI	VII	II	VIII	XVI	VI	XIII	I	V	XV	XII	IX	IV

Source: élaboration propre.

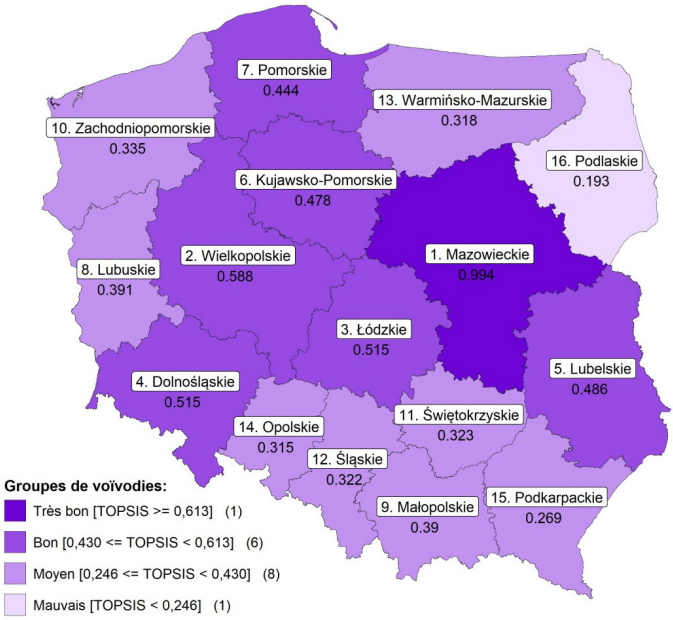


Figure 2. Ordre économique à travers les voïvodies

Source: élaboration propre.

Tableau 5. Les distances et l'indice TOPSIS – domaine economique

Voïvodie	*D*	*KP*	*LE*	*LU*	*Ł*	*MP*	*MZ*	*O*	*PK*	*PL*	*PM*	*ŚL*	*ŚW*	*WM*	*WL*	*Z*
di+	0,29	0,34	0,36	0,37	0,33	0,37	0,00	0,41	0,46	0,51	0,34	0,40	0,43	0,44	0,29	0,42
di -	0,31	0,31	0,34	0,24	0,35	0,24	0,58	0,19	0,17	0,12	0,27	0,19	0,21	0,20	0,41	0,21
TOPSIS	0,52	0,48	0,49	0,39	0,52	0,39	0,99	0,32	0,27	0,19	0,44	0,32	0,32	0,32	0,59	0,33
Position	IV	VI	V	VIII	III	IX	I	XIV	XV	XVI	VII	XII	XI	XIII	II	X

Source: élaboration propre.

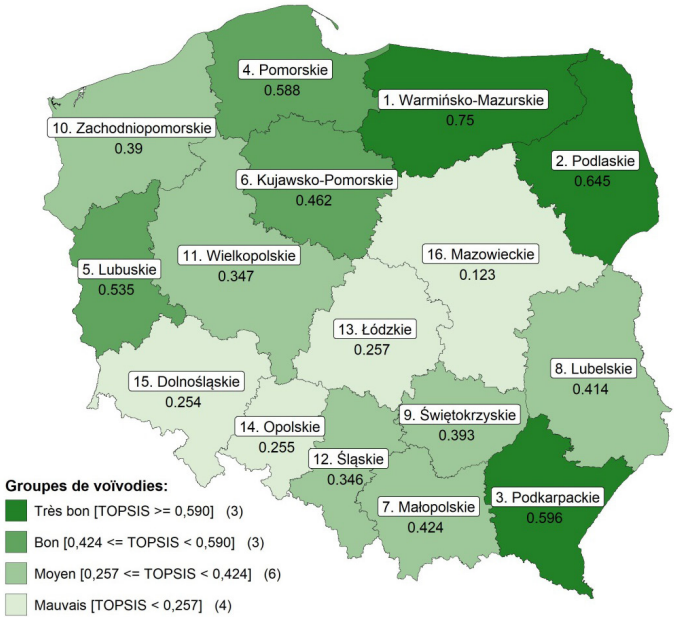


Figure 3. Ordre environnemental à travers les voïvodies

Source: élaboration propre.

Tableau 6. Les distances et l'indice TOPSIS – domaine environnemental

Voïvodie	*D*	*KP*	*LE*	*LU*	*Ł*	*MP*	*MZ*	*O*	*PK*	*PL*	*PM*	*ŚL*	*ŚW*	*WM*	*WL*	*Z*
di+	0,61	0,41	0,46	0,39	0,63	0,46	0,65	0,60	0,30	0,29	0,32	0,57	0,55	0,21	0,50	0,50
di -	0,21	0,35	0,32	0,45	0,22	0,34	0,09	0,21	0,44	0,53	0,46	0,30	0,35	0,62	0,26	0,32
TOPSIS	0,25	0,46	0,41	0,54	0,26	0,42	0,12	0,26	0,60	0,65	0,59	0,35	0,39	0,75	0,35	0,39
Position	XV	VI	VIII	V	XIII	VII	XVI	XIV	III	II	IV	XII	IX	I	XI	X

Source: élaboration propre.

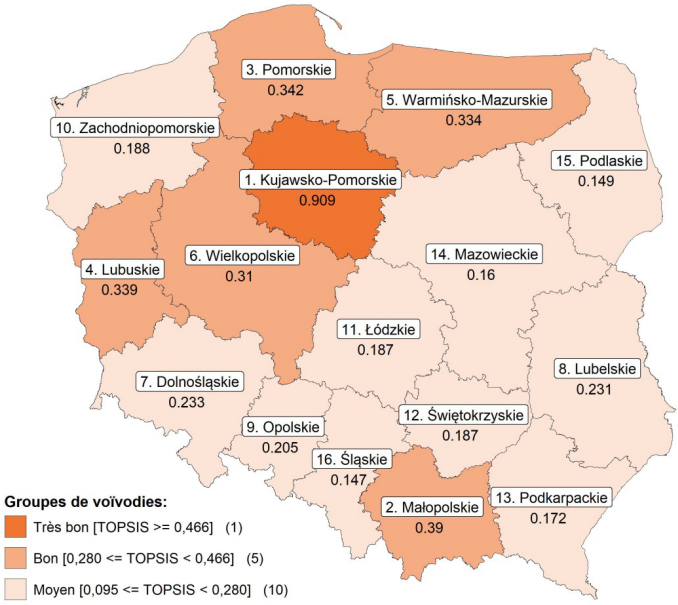


Figure 4. Ordre institutionnel-politique à travers les voïvodies

Source: élaboration propre.

Tableau 7. Les distances et l'indice TOPSIS – domaine institutionnel-politique

Voïvodie	*D*	*KP*	*LE*	*LU*	*Ł*	*MP*	*MZ*	*O*	*PK*	*PL*	*PM*	*ŚL*	*ŚW*	*WM*	*WL*	*Z*
di+	0,62	0,08	0,65	0,53	0,70	0,48	0,69	0,73	0,74	0,75	0,52	0,76	0,71	0,54	0,55	0,70
di -	0,19	0,76	0,20	0,27	0,16	0,31	0,13	0,19	0,15	0,13	0,27	0,13	0,16	0,27	0,25	0,16
TOPSIS	0,23	0,91	0,23	0,34	0,19	0,39	0,16	0,20	0,17	0,15	0,34	0,15	0,19	0,33	0,31	0,19
Position	VII	I	VIII	IV	XI	II	XIV	IX	XIII	XV	III	XVI	XII	V	VI	X

Source: élaboration propre.

Et voici le classement final (étape 8) – tableau 8, ainsi que le cartogramme général correspondant.

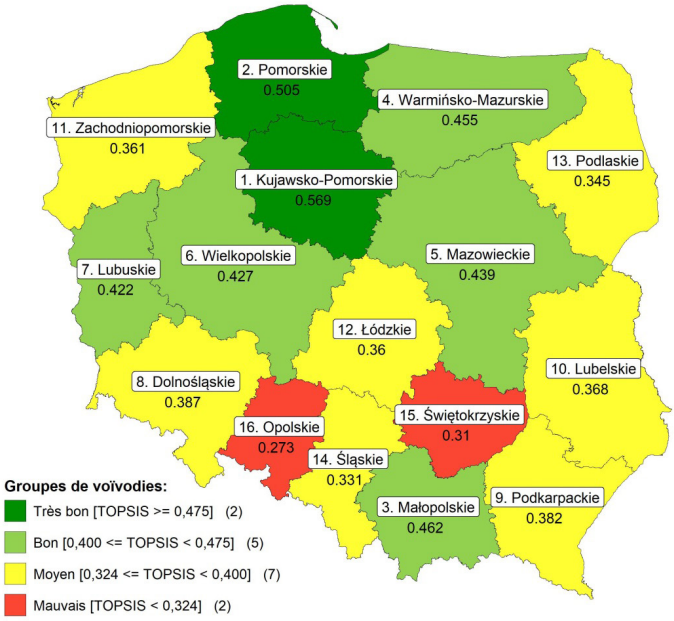


Figure 5. Le niveau de développement durable dans les différentes voïvodies

Source: élaboration propre.

Tableau 8. TOPSIS général

Voïvodie	*KP*	*PM*	*MP*	*WM*	*MZ*	*WL*	*LU*	*D*	*PK*	*LE*	*Z*	*Ł*	*PL*	*SL*	*SW*	*O*
TOPSIS (final)	0,57	0,50	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,39	0,38	0,37	0,36	0,36	0,34	0,33	0,31	0,27
Position	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI

Source: élaboration propre.

Conclusion

D'après les tableaux et cartogrammes on peut constater que:

- le nord de la Pologne est plus fort que le sud au niveau institutionnel-politique,
- le centre du pays a les meilleurs résultats dans le domaine économique,
- le sud est plus fort que le nord en ce qui concerne le niveau social,
- les trois voïvodies les plus performantes en termes de valeurs environnementales se situent à l'est du pays,

– les voïvodies avec les indices généraux les plus élevés ne sont pas les plus peuplées, les plus urbanisées, les plus grandes, les plus développées économiquement, ni avec la part la plus élevée dans le PIB,
– contrairement à ce qu'on suppose souvent, la partie Ouest de la Pologne n'est pas du tout meilleure que la partie Est de ce pays.

Les résultats obtenus dans cette étude nous fournissent également d'autres informations. Ils nous indiquent, entre autres, quel genre d'effort devrait être fait et quel type d'investissement devrait être entrepris dans chaque voïvodie afin de maintenir un équilibre plus visible dans le pays et de renforcer la position de cette région. Par exemple, la voïvodie de Mazovie (avec Varsovie – la capitale) a obtenu au total un beau résultat (tableau 8 (MZ), figure 5), mais il est recommandé d'améliorer le niveau des facteurs concernant l'ordre institutionnel-politique (tableau 7 (MZ), figure 4) et environmental (tableau 6 (MZ), figure 3). On pourrait surtout essayer de réduire le nombre de délits de corruption, augmenter la part de l'énergie renouvelable dans la production totale d'électricité et réduire la consommation de l'eau pour les besoins de l'économie et de la population (tableau 3). Si l'on examine le cas de la Grande-Pologne (avec Poznań – la plus grande ville dans l'ouest de la Pologne), on constatera que l'indicateur global présente une valeur similaire à celle de l'indicateur pour la Mazovie (tableau 8 (WL), figure 5), mais cette fois-ci c'est le domaine social qui est relativement le plus faible (tableau 4 (WL), figure 1). D'après les calculs provenant du tableau 3 la réduction du nombre des décès sur la route et l'augmentation du nombre de médecins semblent être des priorités. Les observations ci-dessus ne constituent pas des stratégies d'action très détaillées pour les autorités régionales, néanmmoins elles nous permettent d'identifier les domaines et sous-domaines nécessitant des changements. Les conclusions ont donc également une dimension pratique. Pour les formuler, il faut d'abord analyser les indices globaux (c'est utile pour comparer les positions des voïvodies), ensuite retrouver les valeurs pour chaque ordre séparément (cela permet d'identifier les domaines forts et faibles de chaque unité d'administration locale) et enfin vérifier les valeurs normalisées pour chaque critère appartenant aux domaines faibles (les valeurs les plus basses dans le cadre d'un ordre révèlent la raison de la position défavorable d'une voïvodie et indiquent les facteurs qui devraient être mieux contrôlés/gérés dans l'intérêt du développement durable). Notez que de telles considérations sont particulièrement justifiées pour les régions ayant obtenu un classement peu élevé.

Il est aussi nécessaire de souligner que dans ce genre d'analyse les données ont un impact considérable sur les résultats. Cela signifie que si les données provenaient d'une autre année, les recommandations pourraient être différentes.

Néanmoins, dans l'étude menée, l'accent a été mis sur la méthodologie, et non sur la validité des données, car le but de l'article était de proposer une approche universelle permettant d'analyser et classer des unités d'administration locale en termes de la croissance durable.

TOPSIS – la méthode utilisée dans cette recherche a beaucoup d'avantages. Premièrement, l'algorithme est rapide et facile à calculer, même avec un grand nombre d'alternatives ou de critères. Deuxièmement, l'approche est applicable à une grande variété de problèmes décisionnels et s'adapte facilement en permettant l'utilisation de différents critères (favorables ou défavorables). Troisièmement, cette procédure est logique, car elle cherche l'alternative qui est à la fois la plus proche de la «solution idéale» et la plus éloignée de la «solution idéale négative». Le classement des voïvodies obtenu dans cette recherche grâce à TOPSIS peut être comparé avec l'ordre présenté dans (Gaspars-Wieloch & Zielak, 2025) où une méthode hybride combinant les procédures max-min et d'écart type a été proposée (d'apres cette approche PM, LU et MZ sont les meilleures et ŚW, PL, ŚL – les pires), mais l'avantage de TOPSIS par rapport à la stratégie précédente est que cette fois-ci absolument tous les facteurs sont pris en consideration à chaque étape des calculs.

Il convient aussi d'énumerer les règles supplémentaires adaptées dans cette méthode. Dans cette recherche les auteurs ont constaté que lorsqu'il s'agît de comparer les unités d'administration locale en termes du développement durable les poids devraient être identiques pour chaque domaine et pour chaque critère, car la croissance durable est liée à une situation équilibrée. C'est pourquoi:

- le même nombre de critères a été choisi pour chaque domaine,
- tous les critères ont obtenu le même poids,
- après avoir calculé les indices dans le cadre de chaque domaine, l'indice général a été déterminé à l'aide d'une moyenne arithmétique afin de ne favoriser aucun aspect.

Si les poids des attributs ne sont pas égaux, le classement des voïvodies peut différer considérablement du classement actuel. Les tableaux 4–7 nous montrent les vainqueurs potentiels dans le cas où l'un des domaines bénéficie d'un poids nettement supérieur aux autres. Il convient également de souligner que toutes les voïvodies sont optimales au sens de Pareto – cela signifie qu'il n'existe aucun ensemble de pondérations pour lequel une voïvodie donnée se classerait systématiquement en dernière position.

Évidemment, la liste de facteurs utilisés dans cet article n'est qu'une proposition, mais à vrai dire, dans ce genre d'étude l'ensemble de critères sélectionnés dépend des informations disponibles.

Ce qui est aussi très important dans cette recherche, c'est qu' avant de prendre des mesures concrètes pour soutenir la croissance durable dans un pays donné, il est nécessaire de mener une telle analyse multicritère — ou une analyse similaire — couvrant une période de plusieurs années. Cela permettra d'observer les changements et les tendances survenus à ce jour dans les différentes voïvodies et de planifier l'avenir de manière plus consciente. Les données provenant uniquement d'une année sont d'habitude insuffisantes surtout si la période d'enquête est singulière. L'année 2022 n'a pas été une année ordinaire en Pologne en raison de l'épidémie, de la guerre entre la Russie et l'Ukraine et de l'afflux de nombreux réfugiés.

Le choix d'une stratégie d'investissement et de relance pour chaque voïvodie devrait également être précédé d'une analyse comparative du classement qui en résulte et d'autres classements disponibles. Il est étonnant, par exemple, que selon les classements générés par l'IA pour l'an 2022, les meilleures voïvodies en matière d'ordre social, économique, environnemental et institutionnel-politique soient respectivement MZ, MZ, PL et MZ, tandis que les moins bien classées soient LE, ŚL, Ł et ŚW. De nombreuses similitudes peuvent être relevées, mais les incohérences sont visibles aussi. Elles sont le résultat de l'application d'une méthode et de critères différents.

References

Balcerzak, A. P., & Pietrzak, M. B. (2016). *Application of TOPSIS method for analysis of sustainable development in European Union countries*. Institute of Economic Research Working Papers, 22. https://econpapers.repec.org/paper/peswpaper/2016_3ano22.htm

Brzozowska, A., Łukomska-Szarek, J., & Imiołczyk-Sepczuk, J. (2022). Environmental, social and economic determinants of sustainable development in the process of managing municipalities illustrated using the example of the lesser Poland voivodeship. *Economics and Environment*, *81*(2), 258–290. https://doi.org/10.34659/eis.2022.81.2.456

Cernev, T., & Fenner, R. (2020). The importance of achieving foundational Sustainable Development Goals in reducing global risk. *Futures*, *115*, 102492. https://doi.org/10.1016/j.futures.2019.102492

Charnes, A., Cooper, W. W., & Ferguson, R. O. (1955). Optimal estimation of executive compensation by linear programming. *Management Science*, *1*, 138–151.

Ciardiello, F., & Genovese, A. (2023). A comparison between TOPSIS and SAW methods. *Annals of Operations Research*, *325*, 967–994. https://doi.org/10.1007/s10479-023-05339-w

Ding-Yi, Z., Yu-Yu, M., & Hung-Lung, L. (2022). Using the entropy and TOPSIS models to evaluate sustainable development of islands: A case in China. *Sustainability*, *14*(6), 3707.

Enel. (n.d.). *The 3 pillars of sustainability: Environmental, social, and economic*. Retrieved March 1, 2026 from https://www.enel.com/learning-hub/sustainable-development/three-pillars-sustainability

Gaspars-Wieloch, H. (2021). On some analogies between one-criterion decision making under uncertainty and multi-criteria decision making under certainty. *Economics and Business Review*, 7(2), 17–36. https://doi.org/10.18559/ebr.2021.2.3

Gaspars-Wieloch, H. (2023). Scenario planning as a new application area for TOPSIS. *Operations Research and Decisions*, *33*(2), 23–34. https://doi.org/10.37190/ord230202

Gaspars-Wieloch, H., & Gawroński, D. (2024). How can one improve SAW and maxmin multi-criteria rankings based on uncertain decision rules? *Operations Research and Decisions*, *34*(1), 131–148. https://doi.org/10.37190/ord240107

Gaspars-Wieloch, H., & Zielak, K. (2025). *Extended sustainable development level measuring—case of Poland*. Proceedings SOR'25. The 18th International Symposium on Operations Research. Ljubljana. Slovenia.

Gupta, J., & Vegelin, C. (2016). Sustainable development goals and inclusive development. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, *16*, 433–448. https://doi.org/10.1007/s10784-016-9323-z

Hickel, J. (2020). The sustainable development index: Measuring the ecological efficiency of human development in the anthropocene. *Ecological Economics*, *167*.

Hwang, C. L., Lai, Y. J., & Lui, T. Y. (1993). A new approach for multiple objective decision-making. *Computers and Operations Research*, *20*(8), 889–899.

Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). *Multiple attribute decision-making: Methods and applications*. Springer-Verlag.

James, P., & Magee, L. (2022). Domains of sustainability. In A. Farazmand (Ed.), *Global encyclopedia of public administration, public policy, and governance* (pp. 1–17). Springer.

Konopka, P. (2018). The application of SAW method to support the decisions concerning start-up financing. *Optimum. Economic Studies*, *4*(94), 242–255. https://doi.org/10.15290/oes.2018.04.94.18

Kubiszewski, I., Mulder, K., Jarvis D., & Costanza, R. (2021). Toward better measurement of sustainable development and wellbeing: A small number of SDG indicators reliably predict life satisfaction. *Sustainable Development*, *30*(1), 139–148. https://doi.org/10.1002/sd.2234

Mangukiya, R. D.,& Sklarew, D. M. (2023). Analyzing three pillars of sustainable development goals at sub-national scales within the USA. *World Development Sustainability*, *2*, 100058. https://doi.org/10.1016/j.wds.2023.100058

Meyer, F. (2025, August 13). La Pologne, championne européenne de la croissance. *Les Echos*. https://www.lesechos.fr/monde/europe/la-pologne-championne-europeenne-de-la-croissance-2181260

Piwowarski, M., Miłaszewicz, D., Łatuszyńska, M., Borawski, M., & Nermend, K. (2018). TOPSIS and VIKOR methods in study of sustainable development in the EU countries. *Procedia Computer Science*, *126*, 1683–1692.

Purvis, B., Mao, Y., Robinson, D. (2019). Three pillars of sustainability: In search of conceptual origins. *Sustainable Science*, *14*(3), 681–695.

Roszkowska, E., & Kacprzak, D. (2016). The fuzzy saw and fuzzy TOPSIS procedures based on ordered fuzzy numbers. *Informatic Sciences*, *369*, 564–584.

Safdie, S. (n.d.). *What are the three pillars of sustainable development?* Retrieved March 1, 2026 from https://greenly.earth/en-gb/blog/company-guide/3-pillars-of-sustainable-development

Stec, M., Grzebyk, M., Caputa, W., & Krawczyk-Sokołowska, I. (2024). A comparative analysis of the level of sustainable development in Polish voivodeships in 2012 and 2021. *Economics and Environment*, *89*(2), 766. https://doi.org/10.34659/eis.2024.89.2.766

Stecyk, A. (2019). The AHP-TOPSIS model in the analysis of the counties sustainable development in the West Pomeranian Province in 2010 and 2017. *Journal of Ecological Engineering*, *20*(7), 233–244. https://doi.org/10.12911/22998993/109870

Sustainable development. (n.d.). In *Wikipedia*. Retrieved March 1, 2026 from https://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable_development

Vaidya, O., & Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*, *169*(1), 1–29.

Ziemba, P., Becker, A., & Becker, J. (2020). A consensus measure of expert judgement in the fuzzy TOPSIS method. *Symmetry*, *12*(2), 204.