

DOI: 10.21005/pif.2022.51.C-02

## INDICATORS OF QUALITY OF LIFE IN THE CITY BASED ON SPATIAL DATABASES

### OPRACOWANIE WSKAŹNIKÓW JAKOŚCI ŻYCIA W MIEŚCIE NA PODSTAWIE BAZ DANYCH PRZESTRZENNYCH

**Zuzanna Michalska**

MSc

Author's Orcid number: 0000-0002-5824-402X

**Joanna Pluto-Kossakowska**

PhD

Author's Orcid number: 0000-0002-6533-1332

Warsaw University of Technology, Poland  
Faculty of Geodesy and Cartography

#### ABSTRACT

The subject of the study is the analysis of using the Topographic Objects Database (BDOT10k) and the Local Data Bank (BDL) to monitor sustainable development and quality of life in the city. The usefulness of this data was tested on the example of quality of life indicators in the city of Kielce and its neighborhood. The databases were analyzed in terms of their scope, relevance, and level of spatial aggregation. The study used the hierarchical analysis (AHP) and multi-criteria evaluation (MCE) method. The issue under consideration was presented in the form of a hierarchy, with a quality of life at the top. The lowest level of the hierarchy is formed by selected indicators defined in the standard ISO 37120. The methodology for calculating and visualization of each indicator is presented illustrating the diversity of life quality in the Kielce Functional Area.

Keywords: topographic objects database, quality of life indicators, sustainable development.

#### STRESZCZENIE

Przedmiotem badania jest analiza możliwości wykorzystania Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) oraz Banku Danych Lokalnych (BDL) do monitorowania zrównoważonego rozwoju i jakości życia w mieście. Użyteczność tych danych została zbadana na przykładzie wskaźników jakości życia w mieście Kielce i jego sąsiedztwa. Przeanalizowano bazy w odniesieniu do zakresu informacyjnego, aktualności i poziomu agregacji przestrzennej. W badaniu wykorzystano metodę analizy wielokryterialnej (MCE) wraz z analizą hierarchiczną (AHP). Rozważane zagadnienie zostało przedstawione w postaci hierarchii, na czele której znajduje się jakość życia. Najniższy poziom hierarchii tworzą wybrane wskaźniki zdefiniowane w normie ISO 37120. W artykule przedstawiono metodykę obliczenia i wizualizacji każdego wskaźnika w postaci map, które obrazują różnicowanie jakości życia na terenie Kieleckiego Obszaru Funkcjonalnego.

Słowa kluczowe: BDL, BDOT10k, wskaźniki jakości życia, zrównoważony rozwój.

## 1. INTRODUCTION

The idea of sustainable development was formulated in the 1980s due to intensive economic development, continuous population growth and urbanization. The negative effects of human activity on the environment as well as the health of residents began to be noticed. In 1987 The United Nations World Commission on Environment and Development published the report *Our Common Future*, in which it defined the concept of sustainable development, i.e. development which, by satisfying the current needs of the population, does not deprive the possibility of meeting the needs of future generations (Our Common Future, 1991).

Residents of large urban agglomerations are particularly exposed to the negative effects of human activities, which include floods, droughts, urban heat islands, air pollution, environmental pollution, risks related to road transport (Ciepielewska, 2016), overcrowding, insufficient financial resources to provide basic services, housing shortages, problems with municipal waste management (Fijałkowska, Aldea, 2017). The consequence of this is the increasingly frequent implementation of the idea of sustainable development in urban areas and, thereby, the implementation of the concept of a "sustainable city". It is a complex and multidimensional issue, depending on the individual character of the city, its main functions, stage of development and the needs of its residents. In literature one can find various attempts to describe this complex phenomenon in more detail. Mierzejewska (2010) lists four main domains of activities in the field of sustainable development:

- Natural – high quality of the environment (cleanliness, low noise level, no air, water, soil pollution), access to green areas,
- Social – social justice, lack of conflicts, access to high-quality social infrastructure (nursery schools, schools, hospitals, cultural facilities),
- Economic – attractive investment opportunities, high level of use of new technologies, effective infrastructure,
- Spatial – aesthetic architecture and landscape, care for cultural heritage, lack of neglected areas.

In turn, Boris (2008) proposes to distinguish three orders based on the framework of sustainable development, in which several areas are specified:

- social order – demography, education, health, security, social assistance, housing, culture, recreation,
- economic order – finance, employment, agriculture, resource management, infrastructure, accessibility of services,
- environmental and spatial order – protection of water, soils and biodiversity, air purity, sustainable energy.

Regardless of the adopted structure of the components of the sustainable development framework, the actions taken are to lead to limiting the negative effects of urbanization, and thus improving the well-being of people. For the idea of sustainable development and improvement of quality of life to be effectively implemented, it is necessary to constantly monitor the effectiveness of the carried-out activities. The lack of appropriate standards for conducting such an assessment resulted in the creation of many inconsistent and incompatible studies, difficult to compare with each other and to perform a time analysis (Hajduk, 2016). The response to this issue was the elaboration of the ISO 37120 standard by the International Organization for Standardization.

The ISO 37120 *Sustainable cities and communities - Indicators of city services and quality of life* norm was developed in 2014 by the International Organization for Standardization, with the Polish version appearing within three years. It defines a set of indicators to carry out tasks in the field of urban services and to measure the effectiveness of politics to control and improve the quality of life. The document lists 139 indicators that measure the quality of life in the city. 39 of them are so-called profile indicators – they provide basic information and statistics and help to determine which cities are adequate for comparison with each other. The remaining indicators are divided into basic (46), which are required for the implementers of the standard, and auxiliary (54) – those that are recommended to be used by the implementers. The indicators are divided into 17 thematic groups: economy, education, energy, environment, finance, fire and other emergency response, admin-

istration, health, recreation, safety, shelters, solid waste, telecommunications and innovation, transport, spatial planning, waste, water, and sanitation (Polish Committee for Standardization, 2017).

Cities that have decided to implement the standard can apply for certification. In Poland, the ISO 37120 certificate of compliance awarded by the global WCCD organization has been granted to three cities: Gdynia (in 2017 and 2019), Kielce (2018) and Warsaw (2019). In addition, in Poland, the certificate can be issued by the Polish Register of Shipping – such was the case in Gdańsk (in 2017), and by the Polish Committee for Standardization, which awarded the certificate to Lublin (in 2019). City officials from Gdynia, Gdańsk and Kielce mentioned the benefits of the implementation of the standard such as: the development of a reliable source of information confirming the sustainable development of the city, greater recognition of the city abroad, conscious decision-making in the management of the city based on verified data (Malinowska, Kurkowska, 2018).

In 2019, the International Organization for Standardization developed two standards that complement the ISO 37120 standard: ISO 37122 *Sustainable cities and communities — Indicators for smart cities*, which focuses on the development of a smart city that uses information and communication technologies to increase the efficiency of its urban infrastructure and services, and ISO 37123 *Sustainable cities and communities — Indicators for resilient cities*, which describe indicators for resilient cities, i.e. a city that can function effectively in the face of a crisis.

Actions taken towards sustainable development and increasing the quality of life of residents should be constantly monitored. The best way to measure the effectiveness of such activities is to monitor the city by analyzing indicators that provide objective and comparable data. The most popular form of presenting and analyzing such indicators are dashboards (Kitchin, Lauriault, McArdle 2015). A dashboard consists of visual contexts such as maps, charts, tables, and diagrams. Dashboards present the most important data in a clear way, they should be simple and intuitive to use, so that they can be used by people who do not have the expertise or software for data analysis and visualization. Table 1 presents examples of existing dashboard sites monitoring the quality of life of three European cities: Eindhoven, Cascais and Bologna.

Table 1. Examples of existing dashboard sites monitoring the quality of life in the selected cities. Source: Own study.

Number of indicators	Main thematic areas	Data visualization	Comments
<b>Eindhoven</b> <a href="https://eindhoven.incijfers.nl/jive">https://eindhoven.incijfers.nl/jive</a>			
>200	Population, public services, economy, living environment, housing, sport, culture and recreation, security, transport, healthcare, education	Cartogram, carto-diagram, chart, table	Apart from basic statistics concerning, for example, the number of dwellings, changes in the population, the area of water reservoirs in the city, the dashboard also includes more advanced data obtained from spatial analyses, such as the average distance to a pharmacy/hospital/cinema and personal opinions of residents, e.g. sense of security, level of satisfaction with the maintenance of order in the city. Not only does the site constitute a very rich source of knowledge about the city as a whole, but also its individual areas, in the form of smaller territorial units (neighborhoods, housing estates, districts).
<b>Cascais</b> <a href="https://data.cascais.pt/">https://data.cascais.pt/</a>			
>130	Environment and energy, economy, education, management, recreation, culture and sport, mobility, population and society, health, security	Cartogram, carto-diagram, chart, table, single values, location of objects on the map	This is an example of a site where indicators have been developed taking into account the individual needs and strategies of the city (e.g. a strong emphasis on participatory budgeting) and its main focus, which is tourism (a large number of indicators on hotels).
<b>Bologna</b> <a href="https://www.snap4city.org/dashboardSmartCity/view/index.php?iddashboard=MzA1OA==">https://www.snap4city.org/dashboardSmartCity/view/index.php?iddashboard=MzA1OA==</a>			

40	Transport, services, environment	Location of objects on the map, heat map	The site presents the availability of public services based on the concept of a "fifteen-minute city". In addition, the data is not limited to the city of Bologna, but also include the adjacent areas that make up the metropolitan area.
----	----------------------------------	--	---

The examples of European city dashboards are distinguished by the diversity in the way quality of life indicators are calculated and presented. The choice of indicators depends on the nature of the city and the implemented development concepts. However, recurring aspects can be identified: demography and the state of the population, availability of services, transport, environment and housing. Through these indicators, urban policies and changes can be monitored. Through indicators related to space, it is possible to monitor the management of the city and the changes introduced to it. Therefore, constant and open access to reliable and up-to-date data, consistent and harmonized throughout the country, should be ensured. Such data directly related to the space is provided by the Topographic Object Database and the Local Data Bank.

## 2. PURPOSE AND SCOPE OF RESEARCH

The aim of the study was to assess the suitability of the Topographic Object Database (*Baza Danych Obiektów Topograficznych*, BDOT10k) and the Local Data Bank (*Bank Danych Lokalnych*, BDL) to determine quality of life indicators and assess sustainable development. The main research task is to analyze the aforementioned databases in terms of information scope, topicality, geometric and attribute specificity, and the level of spatial aggregation. The data was used to determine indicators of sustainable development and assess the quality of life in the city of Kielce and in the Kielce Functional Area (Poland), as the research area. Selected indicators of sustainable development and quality of life defined in the ISO 37120 standard were used complete the task. For each indicator, a methodology of determining its value was proposed. This, in turn, made it possible to draw conclusions from the analysis of the scope of the databases and to consider of possibilities and limitations of BDOT10k and BDL as well. Based on the calculated indicators, a multi-criteria analysis was carried out to show the diversity in the implementation of the idea of sustainable development in the research area. A hierarchical approach analysis was applied, setting as the main goal the quality of life of residents, which consists of four subcategories: demography, environment, services and housing. The elaborated indicators were presented in the form of maps and were made available online in the form of a dashboard.

## 3. DATA SOURCES

The main sources of open data that can be used in the analysis of indicators in Polish cities are the Topographic Object Database and the Local Data Bank. Both datasets are publicly available and can be downloaded and used free of charge for analysis, cartographic visualizations, and publications. The study analyzed both data sets.

### 3.1. Topographic Object Database

The Topographic Object Database (BDOT10k) is a vector database containing the spatial location of topographic objects and their descriptions in attributes. Layers of BDOT10k are constructed to provide geometric correctness of objects, preserving correct topological relations between the represented objects (Regulation, 2021). The content and detail of the BDOT10k database corresponds to a traditional topographic map at a scale of 1:10,000 (figure 1). The BDOT10k database continuously covers the entire country. However, the data is characterized by different timeliness. The most recent data is from 2021 and the least from 2013 depends on region and object classes (geoportal.gov.pl). The data is downloadable in GML or SHP format on the [www.geoportal.gov.pl](http://www.geoportal.gov.pl) website free of charge. The data is made available in the form of portions for counties, voivodships and the whole country. Currently, work is underway to update the BDOT10k nationwide (GUGiK, 2022).

The data has been divided in three levels of detail into categories, classes and types of objects. The first and most general level consists of 9 categories, which are assigned a two-letter designation, as follows (Regulation, 2021): water network (SW), transport network (SK), utilities network (SU), land cover (PT), buildings, structures and facilities (BU), land use complexes (KU), protected areas (TC), territorial division units (AD), other objects (OI). Each category consists of several or dozen classes of objects, constituting the second classification level. In the study, the following classes of objects were used: build-up area, forest or woodland, shrub vegetation, permanent cultivation, grassland and agricultural cultivation, buildings, administrative unit and sports facilities.

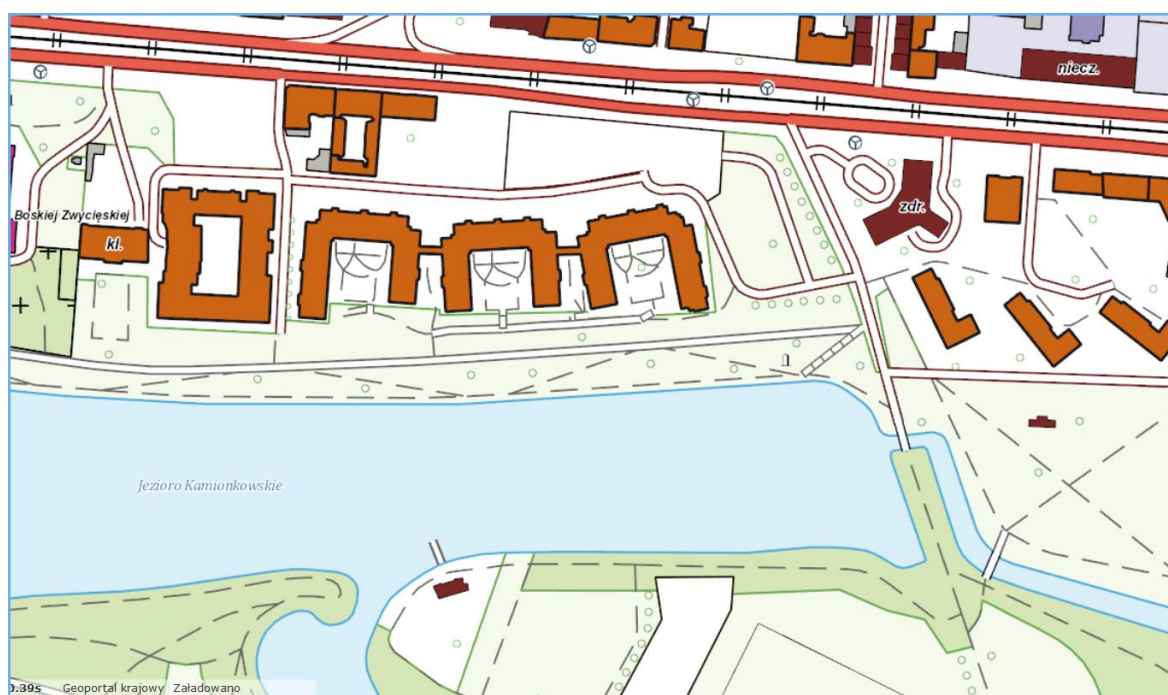


Fig. 1. An example of BDOT10k database visualization. Source: [geoportal.gov.pl](http://geoportal.gov.pl), available 05.2022

Ryc. 1. Przykład wizualizacji bazy danych BDOT10k. Źródło: [geoportal.gov.pl](http://geoportal.gov.pl), dostęp 05.2022

The build-up class (PTZB) belongs to the category of land cover (PT). As with all classes in this category, objects are defined as polygons. It includes build-up areas created by residential, industrial or service buildings, including small areas functionally related to the building, e.g., yards, squares or passages. The forest and woodland area class (PTLZ) is also part of the land cover category. It includes forests and woodland areas, parks, vegetation adjacent to surface waters, trees in cemeteries and recreation areas. It has the following object attributes: tree species, category, type, name. Shrub vegetation (PTRK) is another class in the land cover category. It includes areas overgrown with dense shrubs, dwarf mountain pine trees and thickets. There is only one attribute in this class: type. The permanent cultivation class (PTUT) also belongs to the category of land cover. Objects of this class are described by two attributes: species and genus. The last class mentioned from the land cover category is grassland and agricultural cultivation (PTTR). Areas covered with grassy vegetation include meadows, pastures, forest clearings, sports fields, urban lawns, grassy areas of parks and estates. This class also includes agricultural crops and permanent fallow land. There is only one attribute in this class: type. The building class (BUBD) belongs to the category of buildings, structures and facilities. The geometric representation of objects are polygons defined by the base outline of the building or, if the base has a smaller area than the up-

per floors, the representation is the maximum extent of the building. There are few main attributes in the building class: general function of the building, detailed function of the building, number of floors, name, monument. In the sports facilities class (BUSP), which belongs to the category of buildings, structures and facilities, there are both linear and polygon type of objects. The class refers to buildings used for sports and recreational purposes. There are two attributes in the class: name and type. The class administrative unit (ADJA) includes all types of territorial subdivision units, according to the State Register of the Territorial Division of the Country (*Krajowy Rejestr Urzędowy Podziału Terytorialnego Kraju*). The objects are in the form of polygons, the geometry of which is obtained from the State Register of Borders (*Państwowego Rejestru Granic*). Objects are describe by few main attributes: territorial identifiers, type of territorial unit. This class was used to connect data from the Local Data Bank.

### 3.2. Local Data Bank

The Local Data Bank is a database maintained by the Central Statistical Office (CSO). Its scope of data is very wide, with more than 40,000 statistical characteristics available in the fields of economy, society and the environment. The resources of the database are grouped into 33 thematic categories, which in turn are divided into groups and subgroups. Some of the categories are: prices and finance, economy and trade, culture, sport and recreation, forestry, population, science and technology, health care, social welfare, industry and construction, agriculture, real estate market, environmental status and protection, education, transport and communications, tourism. The data is made available according to two systems of territorial division. The first of them is the division into administrative units, in which the following are specified: statistical localities, communes, counties and voivodships. For the identification of units, a system of identifiers and names of administrative units developed by the National Register of the Territorial Division of the Country (TERYT) is used. The second system of territorial division distinguishes statistical units. They comply with the NUTS classification (Nomenclature des Unités territoriales statistiques - Classification of Territorial Units for Statistics), that is, the standard of division of the European Union member states.

Statistics in BDL are presented on an annual, some semi-annual or quarterly basis. The database is constantly updated; the latest data comes from 2020. However, an exception is data from the National Census - the results of the 2021 census have not yet been published, and the last available data is from the 2011 census.

Data in BDL is gathered at different levels of aggregation. Most of the statistics used in the study are published by municipality, thanks to which it was possible to determine the values of indicators for all units belonging to the Kielce Functional Area. For 2 indicators, the data in the BDL was available only for counties, so it was collected only for Kielce, which is a city with county rights.

On the website of the Local Data Bank ([bdl.stat.gov.pl](http://bdl.stat.gov.pl)), the data is available free of charge in the form of a table, which can be exported in CSV or XLS format. The downloaded table contains the TERYT identifier (or, in the case of NUTS regions, the corresponding territorial code), the name of the unit and the statistic values. The TERYT identifier allows integration with other databases e.g. BDOT10k. Based on this identification code, the table records can be attached to the administrative division unit (ADJA) object class and used in the GIS environment for further processing and visualization.

## 4. METHODOLOGY AND RESEARCH AREA

The study assessed selected aspects of sustainable development and quality of life in Kielce and its neighborhood (KOF). Based on the available data from BDOT10k and BDL, several indicators describing the functioning of the city and its inhabitants were determined. Furthermore, the AHP multi-criteria analysis method was used to establish an overall assessment of the quality of life.

The first stage was the selection of indicators describing the quality of life based on the ISO 37120 *Social Sustainability. Indicators of urban services and quality of life* standard. The selected indicators were arranged in hierarchical form, with the overall assessment of the quality of life as the

overarching objective. The indicators calculated based on data from BDOT10k and BDL provided the basis for conducting a multi-criteria analysis and determining the overall quality of life indicator. The values of the indicators were standardized, and their significance weights were determined by Analytic Hierarchy Process (AHP). AHP is a method for organizing and analyzing complex decisions, using math and psychology. It provides a rational framework for a needed decision by quantifying its criteria, and for relating those elements to the overall goal (Saaty, 1980). A cumulative assessment of the quality of life was obtained by the weighted linear combination (WLC) method very popular in GIS analyses (Malczewski, Jaroszewicz, 2018).

The research area for which the quality-of-life indicators were determined was the city of Kielce. In addition, an attempt was made to carry out a similar assessment for 11 neighboring municipalities, which together form the Kielce Functional Area. In consequence, the possibility of presenting indicators for the city together with neighboring municipalities and showing the diversity of sustainable development in a selected area was tested.

#### 4.1. Selection of indicators and proposed hierarchy

A total of 21 indicators from ISO 37120 were selected for the study, which have a direct connection with spatial data. According to the adopted AHP method, the analyzed problem is presented in the form of a hierarchy. The quality of life was placed at the highest level, as the main goal. The main assumption is to achieve the overall well-being and happiness of the inhabitants. The overarching objective consists of intermediary objectives: demography, environment, services and housing. These four categories form the next level in the hierarchical order. The lowest level is filled by selected indicators, the values of which were determined based on data from BDOT10k and BDL. A graphical diagram of the hierarchy of indicators is presented in Fig. 2.

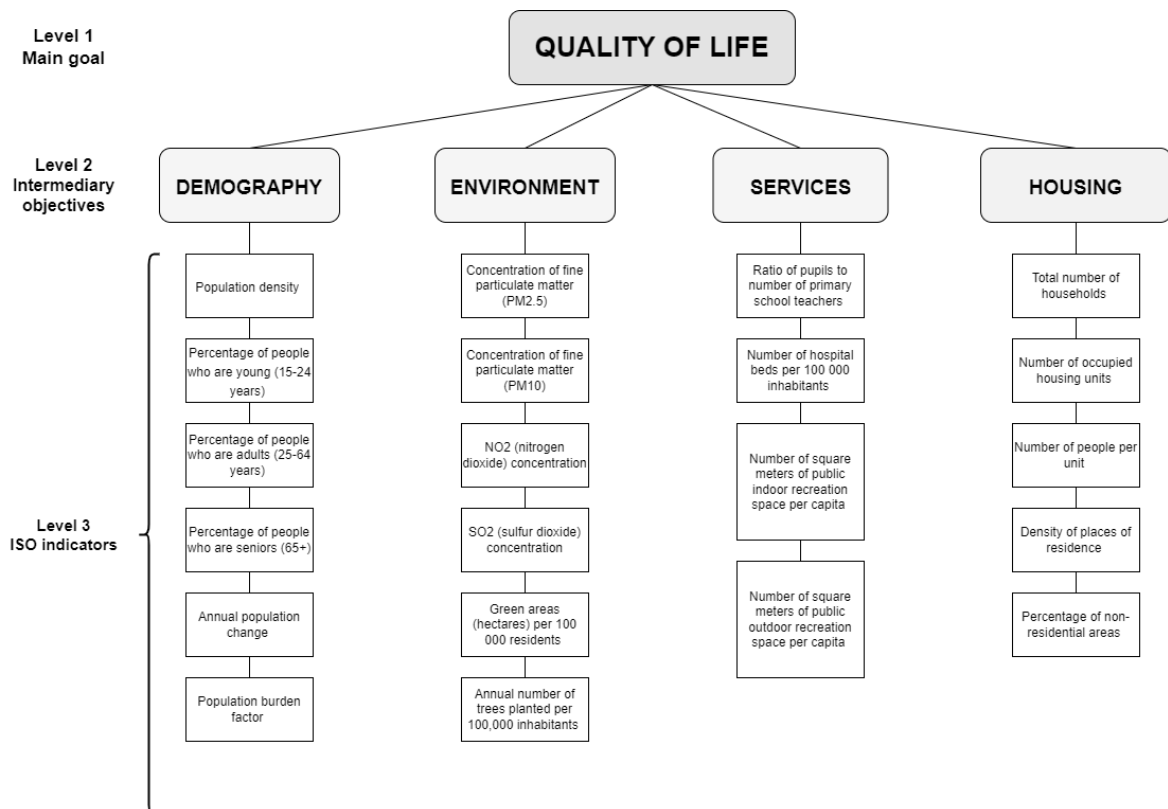


Fig. 2. A hierarchy of quality of life indicators has been developed. Source: Own study.

A detailed list of BDOT10k and BDL data used to develop the individual indicators is presented in Table 2 and Table 3.

Table 2. A detailed list of data used to develop indicators based on BDOT10k. Source: Own study.

<b>BDOT10k</b>		
Indicator	Class (full name)	Attribute (full name)
Population density	ADJA (administrative division unit)	x_kod=ADJA04 (urban commune)
Green areas (hectares) per 100 000 residents	PTLZ (forest areas and woodlands)	
	PTRK (shrub vegetation)	
	PTUT (permanent cultivation)	
	PTTR (grass vegetation and agriculture)	x_kod=PTTR01 (grass vegetation)
Number of square meters of public indoor recreation space per capita	BUBD (building)	detailed function of the building = {bowling alley, cinema, sports club, disco club, sports hall, indoor go-cart circuit, tennis court, swimming pool, artificial ice rink, horse riding school}
Number of square meters of public outdoor recreation space per capita	BUSP (sports building)	
Percentage of non-residential areas	PTZB (build-up area)	type= {single-family, multi-family}
Density of places of residence	ADJA (administrative division unit)	x_kod=ADJA04 (urban commune)

Table 3. A detailed list of the data used to develop the indicators based on the BDL. Source: Own study.

<b>BDL</b>					
Indicator	Category	Group	Subgroup	Specification	
Population density	Population	Population status	Population by age and gender groups		
Percentage of people who are young (15-24 years)	Population	Population status	Population by age and gender groups		
Percentage of people who are adults (25-64 years)	Population	Population status	Population by age and gender groups		
Percentage of people who are seniors (65+)	Population	Population status	Population by age and gender groups		
Annual population change	Population	Population status	Population density and indicators	Population change per 1000 inhabitants	
Population burden factor	Population	Population status	Dependency indicators	Non-working age population per 100 people of working age	
Annual number of trees planted per 100,000 inhabitants	Forestry and hunting	Woodlot	Planting trees and shrubs	Planting trees	
Ratio of pupils to number of primary school teachers	Education	Primary education	Primary schools in general	Pupils	
			Full-time and part-time teachers	Primary schools for children and young people (including special schools)	
Number of hospital beds per 100 000 inhabitants	Health, social care and family benefits	Hospitals	Beds in general hospitals - indicators	Beds in general hospitals	
Total number of households	National censuses	NSP 2011 Households and Families	Households by number of persons		



Number of occupied housing units	Housing and communal management	Housing stock	Housing stock
Number of people per unit	Population	Population status	Population by age and gender groups
	Housing and communal management	Housing stock	Housing stock
Density of places of residence	Housing and communal management	Housing stock	Housing stock

## 5. RESULTS: INDICES CALCULATION, VISUALISATION AND PUBLICATION

In accordance with the adopted hierarchy, 21 indicators were developed grouped into 4 categories: demography, environment, services and housing (Fig. 2). All of the selected indicators are described below.

### Demography

**Population density (per square kilometer)** - a measure of the number of people per unit area. To calculate this indicator, data from the BDL on population by municipality and the administrative division unit (ADJA) layer from the BDOT10k database was used, based on which the area of units was determined.

**Percentage of people who are young (15-24 years)** - the number of people aged 15-24 was obtained from the BDL from the population category, population status group, population by age and gender subgroup. Determining the indicator consisted in calculating in what percentage this group of people is in the general population.

**Percentage of people who are adults (25-64 years)** - the number of people aged 25-64 was obtained from the BDL from the category population, population status group, population by age and gender subgroup. The indicator is the percentage of this group of people being in the general population.

**Percentage of people who are seniors (65+)** - the number of people aged 65+ was obtained from the BDL from the population category, population status group, population by age and gender subgroup. The indicator is the percentage that seniors constitute in the general population.

**Annual population change** - a measure of how the population has changed compared to the previous year. The indicator was obtained from the BDL based on the statistics of population change per 1000 inhabitants (population category, population status group, population density and indicators subgroup).

**Population burden factor** - the ratio of the people of non-working age to people of working age in a population. Data for determining the indicator was obtained from the BDL from the population category, population status group, demographic burden indicators subgroup.

### Environment

**Concentration of fine particulate matter (PM<sub>2.5</sub>) and (PM<sub>10</sub>) [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]** - GUS collects data on particulate matter pollution by county in the category environmental status and protection in the group emission of air pollutants from particularly burdensome plants. This is the amount of pollutants produced per year by plants considered to be the most harmful on the basis of the amount of fees paid for emissions of air pollutants. The data is expressed in tons/year. There is no division in terms of the size of dust particles, but there is in terms of type. Since the data from the BDL may not cover all sources of particulate pollution and is expressed in a different unit than the one given in the ISO standard, it was decided that the indicator will be determined based on another data

source, that is the one provided by the Inspectorate for Environmental Protection (*Główny Inspektorat Ochrony Środowiska*, GIOŚ). The value of the indicators was assigned the average annual concentration of PM2.5 or PM10 measured at the automatic measuring station in Kielce (station code: SkKielTargow).

**NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> concentration (nitrogen dioxide, sulfur dioxide)** - as in the case of dust, the CSO collects data on gaseous pollutants emitted by selected plants (condition and environmental protection category, emission of air pollutants from particularly burdensome plants group). The data expresses the number of tons of gaseous pollutants produced in a year, including nitrogen oxides and sulphur dioxide. In the case of indicators on gas pollution, data from the Inspectorate for Environmental Protection was also used. The value of the indicator is the average annual concentration of NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> based on measurements at the station in Kielce.

**Green areas (hectares) per 100,000 inhabitants** - green areas were extracted from BDOT10k from the following land cover layers: PTLZ, PTRK, PTUT and PTTR. From the last-mentioned layer, only objects depicting grassland were selected, based on the x\_kod attribute with the value PTTR01. The value of the indicator was calculated as the area of all objects expressed in hectares divided by one hundred thousand inhabitants.

**Annual number of trees planted per 100,000 inhabitants** - the BDOT10k model does not assume the collection of data on the location of individual trees. The database contains objects called "tree or group of trees" in the OIPR class (nature object), in the "other objects" category, which includes less important objects of indicative importance in the field. In the OIPR class, isolated trees or groups of trees are gathered. As a result, the database contains only a small part of the trees that are present. In the BDL, data on the number of planted trees is in the forestry and hunting category, tree planting group, tree and shrub planting subgroup. However, this is not the number of all plantings. These statistics include trees along roads, watercourses, agricultural crops, residential houses and farm buildings, and within and/or at industrial plants. However, forests and land intended for afforestation, orchards, plantations and nurseries of trees and shrubs, green spaces in cities and villages, allotment gardens, real estate surrounding historic buildings are not considered. Data from BDL was used when calculating the indicator. The value of the indicator was determined by dividing the number of trees planted in a year by one hundred thousand inhabitants.

## Services

**Ratio of the number of pupils to the number of primary school teachers** - the value of the indicator was obtained by dividing the number of primary school pupils by the number of teachers working full-time. The data for the calculations was gathered from the Local Data Bank from the category of education, primary education group. Information on the number of pupils can be found in the primary schools in general subgroup, and on the number of teachers in the full-time and part-time teachers subgroup.

**Number of hospital beds per 100,000 inhabitants** - the number of hospital beds was obtained from the BDL (category healthcare, social care and family benefits, group hospitals, subgroup beds in general hospitals – indicators). The value of the indicator was calculated by dividing the number of beds by one hundred thousand inhabitants.

**Number of square meters of public indoor recreation space per capita** - from among the building layer (BUBD) based on the detailed function of the building attribute, the following facilities were selected as a recreational space: bowling alley, cinema, sports club, club, disco, sports hall, indoor go-kart track, tennis courts, swimming pool, artificial ice rink, riding school. The total area of the objects had to be included in the calculations. Therefore, the area of the ground floor of each building was multiplied by its number of storeys. The sum of these values is the total area of the internal recreation space. The last step was to divide this number by the number of inhabitants.

**Number of square meters of public outdoor recreation space per capita** - a polygon layer of a sports building (BUSP\_A) was used to determine the value of this indicator. In the predetermined scope, these were the considered facilities: an outdoor swimming pool, a tennis court, a tennis air dome, a playground, a sports field, a stadium, an artificial slope. The value of the indicator is the total area of these objects divided by the number of inhabitants.

## Housing

**Total number of households** – a household is defined by GUS as "a group of people living together and jointly supporting themselves. Single people who support themselves form one-person households." The total number of households was obtained from the BDL from the category national censuses, NSP 2011 group – households and families.

**Number of occupied housing units (ownership and rental)** – BDL contains information about all occurring apartments, i.e. both inhabited and uninhabited. Data on the number of apartments is in the housing and municipal economy category, the housing stock group, the housing stock subgroup.

**Number of people per unit** - the indicator shows the average number of people per housing unit. The value of the indicator was calculated by dividing the population count by the number of apartments, determined in the previous indicator.

**Density of places of residence (per square kilometer)** - the indicator's value was calculated by dividing the number of apartments by the area of the city.

**Percentage of non-residential areas (square kilometers)** - residential areas were determined from the build-up area (PTZB), belonging to the category of land cover. Based on the buildings type attribute, objects representing multi-family and single-family buildings were selected. The total area of these objects was subtracted from the total studied area, thus achieving the area of non-residential land. The final value of the indicator is expressed as a percentage of non-residential land over the entire area.

The obtained values of the indicators for Kielce and KOF are summarized in tables 4-7.

Tab. 4. Values of indicators in the Demography category for Kielce and KOF. Source: Own study.

	Population density	Percentage of people who are young (15-24 years)	Percentage of people who are adults (25-64 years)	Percentage of people who are seniors (65+)	Annual population change (per 1000 inhabitants)	Population burden factor
	[people/km <sup>2</sup> ]	[%]	[%]	[%]	[-]	[-]
Kielce	1766	8,0	55,7	22,7	-7	75
Górnio	176	11,9	57,2	12,9	6	59
Masłów	130	11,5	58,9	14,0	7	57
Miedziana Góra	165	11,0	58,2	14,4	8	60
Piekoszów	160	11,9	58,5	13,6	-3	57
Nowiny	174	11,4	57,0	16,4	1	61
Strawczyn	128	12,3	57,9	12,3	8	57
Zagnańsk	104	10,8	57,6	18,1	-5	63
Chęciny	118	10,9	56,9	17,4	-5	64
Daleszyce	71	11,1	58,8	14,5	-2	57
Chmielnik	79	10,9	55,3	18,7	-8	66
Morawica	121	11,7	57,3	13,0	9	60

Table 5. Values of indicators in the Environment category for Kielce and KOF. Source: Own study.

	Concentration of fine particulate matter (PM2.5)	Concentration of particulate matter (PM10)	NO <sub>2</sub> Concentration (nitrogen dioxide)	SO <sub>2</sub> Concentration (sulphur dioxide)	Green areas (ha) per 100 000 inhabitants	Annual number of trees planted per 100,000 inhabitants
	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[ha]	[-]
Kielce	16,5	24,9	24,5	10,4	3324,98	78
Górno	-	-	-	-	29662,96	0
Masłów	-	-	-	-	59751,20	195701
Miedziana Góra	-	-	-	-	49425,37	0
Piekoszów	-	-	-	-	42485,21	6846
Nowiny	-	-	-	-	42045,39	884
Strawczyn	-	-	-	-	45129,36	0
Zagnańsk	-	-	-	-	88348,08	720
Chęciny	-	-	-	-	57933,40	785
Daleszyce	-	-	-	-	122288,70	493
Chmielnik	-	-	-	-	77929,82	0
Morawica	-	-	-	-	60974,89	142

Table 6. Values of indicators in the Services category for Kielce and KOF. Source: Own study.

	Ratio of the number of pupils to the number of primary school teachers	Number of hospital beds per 100 000 inhabitants	Number of m <sup>2</sup> of public indoor recreation space per capita	Number of m <sup>2</sup> public outdoor recreation space per capita
	[people]	[-]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]
Kielce	12	903	1,13	2,95
Górno	11	-	0,17	2,66
Masłów	10	-	0,56	3,07
Miedziana Góra	11	-	0,14	3,21
Piekoszów	10	-	0,18	4,88
Nowiny	10	-	0,13	6,95
Strawczyn	10	-	0,18	5,17
Zagnańsk	12	-	0,00	6,83
Chęciny	9	-	0,46	4,85
Daleszyce	11	-	0,18	4,62
Chmielnik	12	-	0,06	4,37
Morawica	13	-	0,37	26,75

Table 7. Values of indicators in the Housing category for Kielce and KOF. Source: Own study.

	Total number of households	Number of occupied housing units	Number of people per unit	Density of places of residence (per km <sup>2</sup> )	Percentage of non-residential areas
	[-]	[-]	[person]	[-]	[%]
Kielce	79643	87927	2,2	803	83,2
Górno	-	3617	4,1	44	92,5
Masłów	-	3320	3,4	39	93,8
Miedziana Góra	-	3212	3,6	45	92,2

Piekoszów	-	4845	3,4	47	92,8
Nowiny	-	2542	3,1	56	94,5
Strawczyn	-	2800	3,9	33	93,9
Zagnańsk	-	3926	3,3	31	95,6
Chęciny	-	4714	3,2	37	94,8
Daleszyce	-	5320	3,0	24	96,4
Chmielnik	-	3792	2,9	27	96,2
Morawica	-	4754	3,6	34	94,1

Based on the determined indicators, a multi-criteria assessment of the quality of life in the municipalities of the Kielce Functional Area was carried out. In the first stage, the indicators were standardized, to a common range  $<0,1>$  using the unitarization method popular in GIS analyses (Malczewski, 2006). Next, the significance weights of individual indicators were determined using a pairwise comparison method. This process consists in comparing the criteria in the matrix and assessing how many times the  $K_1$  criterion from the left column is more important than the  $K_2$  criterion from the top row of the matrix. The assessment is carried out on a nine-point scale, where 1 means criteria that are equally important, 9 are extremely important, while the remaining values from 2 to 8 - intermediate states (Saaty, 1980). If the  $K_1$  criterion obtained a certain value in comparison to the  $K_2$  criterion, e.g. 3, then the assessment of  $K_2$  in comparison to  $K_1$  will be the opposite value, ie  $1/3$ . After creating the matrix, standardization was performed by dividing the values by their sum in columns. Then, the weights of individual indexes were calculated as arithmetic means from each row of the normalized matrix, which were used to calculate the overall index. The summary of the scores and the assigned weights are presented in Tables 8-11. It is worth emphasizing that comparing the significance of indicators in this method is discretionary and should be treated as one of many possible proposals.

Table 8. Assessment of the significance of indicators and their weights in the Demography category. Source: Own study.

<b>DEMOGRAPHY</b>							<b>Weights</b>
Indicator	Population density	Percentage of people who are young	Percentage of people who are adults	Percentage of people who are seniors	Annual population change	Population burden factor	
Population density	1	6	6	5	8	5	0,46
Percentage of people who are young	1/6	1	2	3	3	1/5	0,11
Percentage of people who are adults	1/6	1/2	1	3	3	1/5	0,09
Percentage of people who are seniors	1/5	1/3	1/3	1	2	1/4	0,06
Annual population change	1/8	1/3	1/3	1/3	1	1/8	0,03
Population burden factor	1/5	5	5	4	8	1	0,26

Table 9. Assessment of the significance of indicators and their weights in the Environment category. Source: Own study.

<b>ENVIRONMENT</b>			<b>Weights</b>
Indicator	Green areas (hectares) per 100 000 inhabitants	Annual number of trees planted per 100,000 inhabitants	
Green areas (hectares) per 100 000 inhabitants	1	4	0,80

Annual number of trees planted per 100,000 inhabitants	1/4	1	0,20
--	-----	---	------

Table 10. Assessment of the significance of indicators and their weights in the Services category. Source: Own study.

**SERVICE**

Indicator	Ratio of the number of pupils to the number of primary school teachers	Number of public indoor recreation space per capita	Number of m <sup>2</sup> public outdoor recreation space per capita	Weights
Ratio of the number of pupils to the number of primary school teachers	1	1/5	1/2	0,13
Number of m <sup>2</sup> of public indoor recreation space per capita	5	1	2	0,59
Number of m <sup>2</sup> of public outdoor recreation space per capita	2	1/2	1	0,28

Table 11. Assessment of the significance of indicators and their weights in the Housing category. Source: Own study.

**HOUSING**

Indicator	Number of occupied housing units	Number of people per unit	Density of places of residence	Percentage of non-residential areas	Weights
Number of occupied housing units	1	4	1/3	1/3	0,15
Number of people per unit	1/4	1	1/7	1/6	0,05
Density of places of residence	3	7	1	3	0,51
Percentage of non-residential areas	3	6	1/3	1	0,29

Weights were also determined for each of the four categories that make up the quality of life (Tab. 12).

Table 12. Assessment of the significance of indicators and determined weights in the overall assessment of quality of life. Source: Own study.

**QUALITY OF LIFE**

Category	Demography	Environment	Service	Housing	Weights
Demography	1	1/5	1/6	1/3	0,06
Environment	5	1	1/2	6	0,35
Service	6	2	1	5	0,48
Housing	3	1/6	1/5	1	0,11

In order to obtain a cumulative assessment in each of the four categories as one of the specific objectives and an overall assessment of quality of life, the values of the indicators were summed up using the Weighted Linear Combination method. The evaluation score was created as the sum of the products of the values of individual indicators and the corresponding weights (Drobne, Lisec, 2009).

Figures 3-4 present the resulting maps for each of the four analyzed categories and the final assessment in the form of an overall quality of life indicator. In the overall assessment of the quality of life, the highest score was obtained by the Maślów commune (0.53), slightly ahead of the Daleszyce (0.52) and Morawica (0.50) communes. The lowest score was obtained by the commune of Górnó (0.27). Kielce was in eighth place with a score of 0.33. The analyses illustrate the diverse nature and functionality of the studied units. Kielce in this ranking is considered a large city, whose biggest advantage is the services offered to residents. The development of the city, includ-

ing the compaction of gray infrastructure, has a negative impact on the environment, the quality of which is assessed better in smaller communes with larger green areas.

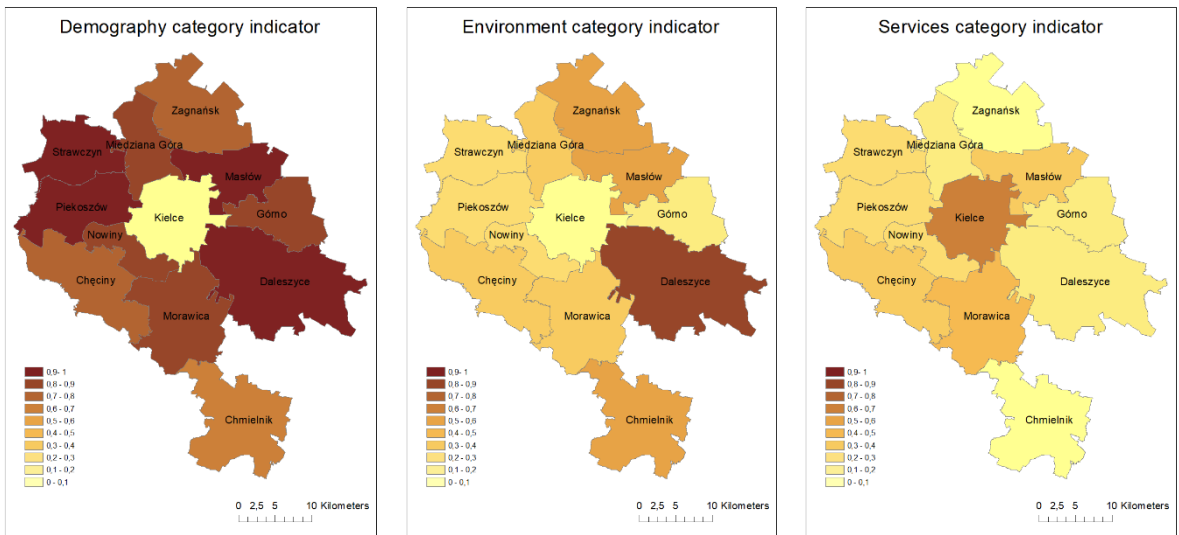


Fig. 3. Indicator values in the following categories: demography, environment, services. Source: Own study.  
Ryc. 3. Wskaźniki w kategoriach: demografia, środowisko, usługi. Źródło: Opracowanie własne.

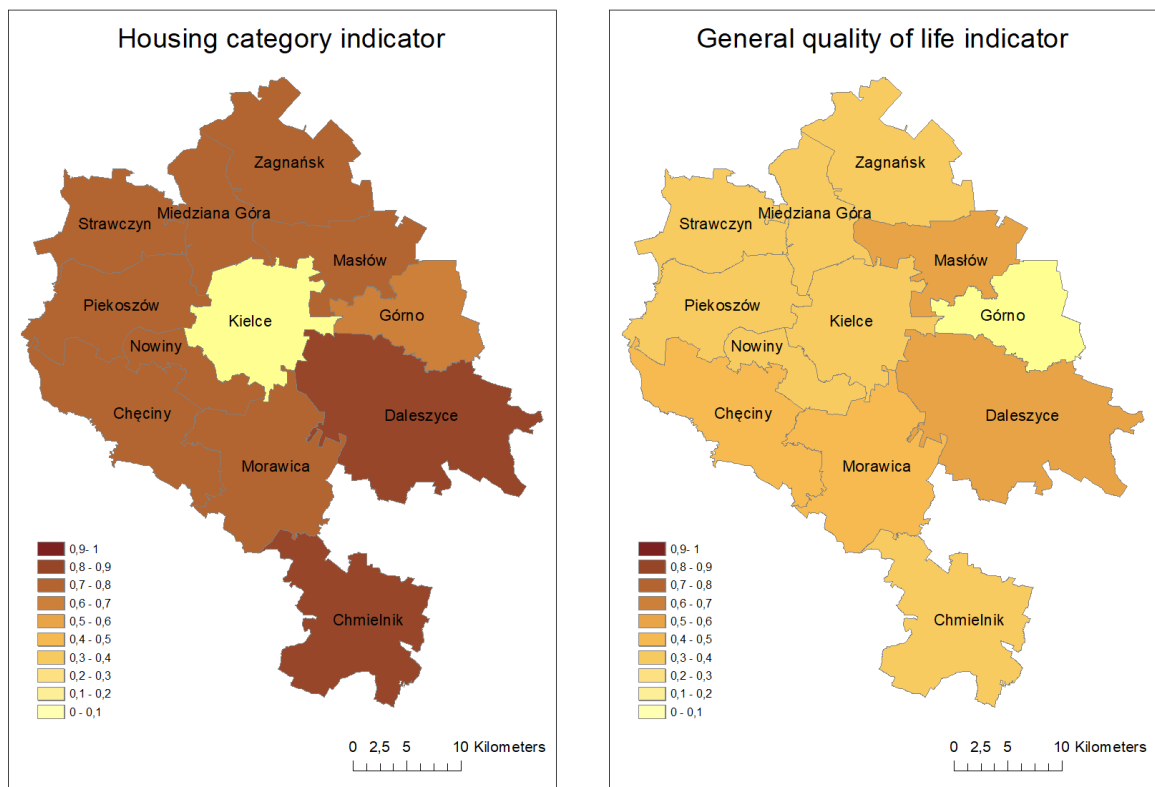


Fig. 4. Indicator value in the category of housing and overall indicator of quality of life. Source: Own study.  
Ryc. 4. Wskaźnik w kategorii mieszkalnictwo oraz ogólny wskaźnik jakości życia. Źródło: Opracowanie własne.

The developed indicators were presented in the form of a dashboard using ArcGIS online technology available at this [link](#). The view of the dashboard is presented in Fig. 5.

The dashboard consists of three main elements: a map presenting indicators of the quality of life in the Kielce Functional Area in the form of a cartogram, a bar chart with general indicators and a cartogram of the city of Kielce presenting selected indicators. In the case of Kielce, only those indicators were presented which were based on BDOT10k and were possible to calculate for every census district and statistical region.

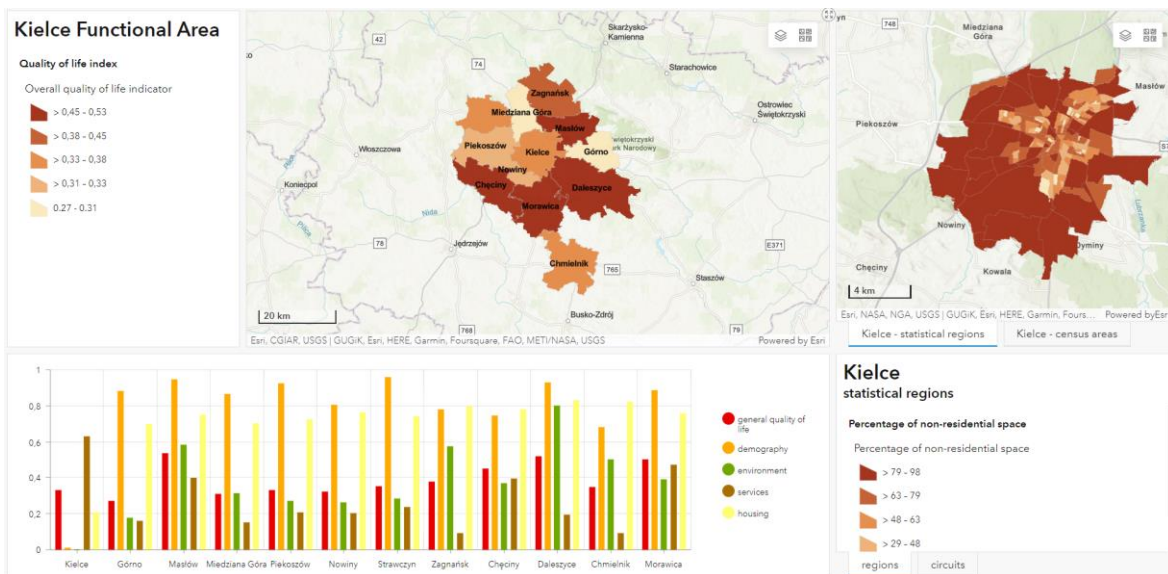


Fig. 5. Dashboard with indicators of quality of life. Source: Own study.

Ryc. 5. Opracowany panel z wskaźnikami jakości życia. Źródło: Opracowanie własne.

## 6. CONCLUSIONS AND SUMMARY

Based on the research, it has been shown that the Topographic Objects Database and the Local Data Bank can be a good basis for determining selected indicators of sustainable development and quality of life. These public databases are run according to consistent guidelines, which makes them an easily accessible, convenient and reliable source of data.

The analysis of BDOT10k and BDL showed that the databases can be used for quality of life assessment. BDOT10k is a relevant source of data about physical objects occurring on the ground, such as buildings or structures. Buildings, especially, are described in detail in terms of their function. The data model provides for more than 160 detailed functions of different objects, which is an important aspect in analyzing the availability of services offered by the city. BDOT10k is also a good source of information for analyzing land cover. The classes of objects appearing in the database describe the area well in terms of its physical features. An important issue to consider is the actuality of the data. The BDOT10k update cycle is still too long and differs for each class. Therefore, methods for database updates based on remote sensing data are worth considering, especially in land cover classes (Pluto-Kossakowska, Kamiński, 2022).

The potential of using BDOT10k comes from the fact that it maintains spatial continuity, covering the whole country. Data from BDOT10k can be easily aggregated into units, e.g. cities, districts, settlements. However, it should be noted that indicators are usually relative measures, i.e. they present data per reference unit. These can be units of area, e.g. square kilometers or a value expressed by a percentage. In ISO 37120, many indicators are defined in relation to the population (e.g. green areas per 100 000 inhabitants, number of square meters of public indoor recreation



space per capita). In practice, the detail of the data depends on the level of aggregation of the population data. This makes it difficult to analyze the spatial distribution of a given phenomenon in smaller areas, e.g. within a city. The most accurate data on the distribution of population collected by the Central Statistical Office uses the division into census districts, which form larger units – statistical regions. The data is collected as part of the National Census, which takes place about every 10 years. It is recommended that indicators regarding the development of the city and the quality of life be reported on an annual basis. The system of statistical districts and census districts is updated quarterly based on e.g. lists of commissioned buildings and apartments and their losses drawn up from land and building registers. This leads to changes made to the housing stock and the estimated population of individual areas, districts. Current estimate data on the distribution of the population is made available by the Central Statistical Office on request, after submitting an appropriate application. The boundaries of census districts and statistical districts are consistent with the boundaries of territorial subdivision units and precincts used in the register of land and buildings. However, they do not always coincide with separate areas inside the city, e.g. housing estates or planning units.

The Local Data Bank is an abundant database in which many statistics to determine the indicators or characterize a city can be found. The database mostly contains data on demography, but also data on housing conditions or public service. However, it was found that the indicators determined on the basis of BDL do not allow to analyze the spatial variability of phenomena within the city. Statistical data is collected within the boundaries of administrative units (communes, counties, provinces). It is available for the whole city, but it is not possible to indicate the variation of the intensity of the phenomena within it, and thus locate potentially problematic areas. In addition, some statistics are made available only for entire counties, which makes it impossible to use them at the municipal level.

Quality of life is a very complex concept that is influenced by many aspects. In order to comprehensively assess this phenomenon, it is worth supplementing the analysis with the most up-to-date spatial data, such as orthophotomap, point cloud, which could be used, for example, to analyze the actual vegetation coverage. Specialist data, such as data on air pollution from the Chief Inspectorate of the Environment, may also be important in the research. Other potential sources of data are the City Hall or the Public Transport Authority, which would concern the accessibility of public transport, the location of bicycle paths. Nevertheless, the Topographic Objects Database and the Local Data Bank provide a good starting point for research on sustainability and quality of life. Since both of these databases collect data for the whole country, the methodology of determining indicators presented in the article is universal and can be implemented in other cities.

## **OPRACOWANIE WSKAŹNIKÓW JAKOŚCI ŻYCIA W MIEŚCIE NA PODSTAWIE BAZ DANYCH PRZESTRZENNYCH**

### **1. WPROWADZENIE**

Idea zrównoważonego rozwoju została sformułowana w latach 80. XX w. w związku z intensywnym rozwojem gospodarczym, nieustającym wzrostem liczby ludności i urbanizacją. Zaczęto dostrzegać negatywne skutki działalności człowieka oddziałujące na środowisko, a także zdrowie mieszkańców. Światowa Komisja ds. Środowiska i Rozwoju ONZ opublikowała w 1987 r. raport *Nasza Wspólna Przyszłość*, w którym zdefiniowała pojęcie zrównoważonego rozwoju, czyli rozwoju który zaspokajając obecne potrzeby ludności nie pozbawia możliwości zaspokojenia potrzeb przyszłych pokoleń (Nasza..., 1991).

Mieszkańcy dużych aglomeracjach miejskich szczególnie są narażeni na negatywne skutki antropogenicznych działań, do których można zaliczyć m. in. powodzie, susze, miejskie wyspy ciepła, zanieczyszczenia powietrza, skażenia środowiska, zagrożenia związane z transportem drogowym (Ciepielewska, 2016), przeludnienie, niewystarczająca ilość środków finansowych na zapewnienie podstawowych usług, niedobory mieszkań, problemy z gospodarką odpadami komunalnymi (Fijałkowska, Aldea, 2017). Konsekwencją tego jest coraz częstsze wdrażanie idei zrównoważonego rozwoju na terenach miejskich, realizowanie koncepcji „miasta zrównoważonego”. Jest to wielowymiarowe i skomplikowane zagadnienie, zależne od indywidualnego charakteru miasta, jego głównych funkcji, etapu rozwoju i potrzeb mieszkańców. W literaturze można odnaleźć różne próby opisanego zjawiska w bardziej szczegółowych aspektach. Mierzejewska (2010) wymienia cztery główne sfery działań z zakresu zrównoważonego rozwoju:

- sfera przyrodnicza – wysoka jakość środowiska (czystość, niski poziom hałasu, brak zanieczyszczeń powietrza, wody, gleby), dostęp do terenów zieleni,
- sfera społeczna – sprawiedliwość społeczna, brak konfliktów, dostęp do wysokiej jakości infrastruktury społecznej (przedszkoli, szkół, szpitali, obiektów kulturowych),
- sfera gospodarcza – atrakcyjna oferta inwestycyjna, wysoki poziom wykorzystania nowych technologii, efektywna infrastruktura,
- sfera przestrzenna – estetyka architektury i krajobrazu, dbałość o dziedzictwo kulturowe, brak zaniedbanych terenów.

Z kolei Borys (2008) w ramach zrównoważonego rozwoju proponuje wyróżnienie trzech łańcuchów, w których wymieniono szereg szczegółowych dziedzin:

- łańcuch społeczny – demografia, edukacja, zdrowie, bezpieczeństwo, pomoc społeczna, mieszkalnictwo, kultura, rekreacja,
- łańcuch gospodarczy – finanse, zatrudnienie, rolnictwo, gospodarka surowcami, infrastruktura, dostęp do usług,
- łańcuch środowiskowo-przestrzenny – ochrona wód, gleb i bioróżnorodności, czystość powietrza, odnawialne źródła energii.

Niezależnie od przyjętej struktury składowych zrównoważonego rozwoju, podejmowane działania mają prowadzić do ograniczenia negatywnych skutków urbanizacji, a co za tym idzie poprawy dobrobytu ludzi. Aby idea zrównoważonego rozwoju i poprawy jakości życia były skutecznie realizowane, konieczne jest ciągłe monitorowanie efektywności prowadzonych działań. Brak odpowiednich standardów przeprowadzania takiej oceny spowodował, że powstało wiele niespójnych, niekompatybilnych opracowań, trudnych do porównania między sobą i analizy czasowej (Hajduk, 2016). Odpowiedzią na to było opracowanie przez Międzynarodową Organizację Normalizacyjną normy ISO 37120.

Norma ISO 37120 *Zrównoważony rozwój społeczny. Wskaźniki usług miejskich i jakości życia* została opracowana w 2014 r. przez Międzynarodową Organizację Normalizacyjną, trzy lata później dokument ukazał się w wersji polskiej. Zdefiniowano w nim zestaw wskaźników do prowadzenia zadań w zakresie usług miejskich oraz mierzenia efektywności działań na rzecz kontroli i poprawy jakości życia. W dokumencie wymienionych jest 139 wskaźników, będących miernikami jakości życia w mieście. 39 z nich to tzw. wskaźniki profilowe – dostarczają podstawowych informacji i statystyk, pomagają ustalić jakie miasta są adekwatne do porównania między sobą. Pozostałe wskaźniki zostały podzielone na podstawowe (46), które są wymagane dla wdrażających normę oraz pomocnicze (54), czyli takie które zaleca się stosować przez wdrażających normę. Wskaźniki są podzielone na 17 grup tematycznych (Polski Komitet Normalizacyjny, 2017): gospodarka, edukacja, energia, środowisko, finanse, reagowanie na pożar i inne zagrożenia, administracja, zdrowie, rekreacja, bezpieczeństwo, schroniska, odpady stałe, telekomunikacja i innowacje, transport, planowanie przestrzenne, ścieki, woda i usługi sanitarne.

Miasta, które zdecydowały się na wdrożenie normy mogą ubiegać się o przyznanie im certyfikatu. W Polsce certyfikat zgodności ISO 37120 przyznany przez światową organizację WCCD otrzymały trzy miasta: Gdynia (w roku 2017 oraz 2019), Kielce (rok 2018) oraz Warszawa (rok 2019). Ponadto w Polsce certyfikat może być wydany przez Polski Rejestr Statków – tak było w przypadku

Gdańska (certyfikat przyznany w 2017) oraz Polski Komitet Normalizacyjny, który przyznał certyfikat Lublinowi (rok 2019). Przedstawiciele urzędów miast z Gdyni, Gdańska i Kielc jako korzyści z wdrożenia normy wymienili m.in. opracowanie rzetelnego źródła informacji potwierdzającego zrównoważony rozwój miasta, większą rozpoznawalność miasta za granicą, świadome podejmowanie decyzji o zarządzaniu miastem na podstawie zweryfikowanych danych (Malinowska, Kurkowska, 2018).

W 2019 roku Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna opracowała dwie normy będące uzupełnieniem standardu ISO 37120, są to: norma ISO 37122 *Zrównoważone miasta i społeczności – Wskaźniki dla miast inteligentnych* (ang. Sustainable cities and communities — Indicators for smart cities), która koncentruje się na rozwoju miasta inteligentnego, wykorzystującego technologie informacyjno-komunikacyjne do zwiększenia wydajności infrastruktury i usług miejskich oraz norma ISO 37123 *Zrównoważone miasta i społeczności – Wskaźniki dla miast odpornych* (ang. Sustainable cities and communities — Indicators for resilient cities) opisująca wskaźniki dla miasta odpornego, czyli miasta które potrafi efektywnie funkcjonować w obliczu kryzysu.

Podejmowane działania z zakresu zrównoważonego rozwoju i wzrostu jakości życia mieszkańców powinny być stale kontrolowane. Najlepszym sposobem na pomiar efektywności takich działań jest monitorowanie miasta poprzez analizę wskaźników, które dostarczają obiektywnych i porównywalnych danych. Najpopularniejszą formą prezentacji wskaźników są panele, zwane również z języka angielskiego jako dashboardy (Kitchin, Lauriault, McArdle 2015). Panel składa się z elementów takich jak mapy, wykresy, tabele, diagramy. Dashboardy prezentują w czytelny sposób najistotniejsze dane, powinny być proste i intuicyjne w obsłudze, tak aby mogły z nich korzystać osoby, które nie posiadają specjalistycznej wiedzy czy oprogramowania do analizy i wizualizacji danych.

W tabeli 1 scharakteryzowano przykłady istniejących portali typu dashboard monitorujących jakość życia trzech europejskich miast: Eindhoven, Cascais i Bolonii.

Tab. 1. Charakterystyka przykładów istniejących portali monitorujących jakość życia w mieście.  
Źródło: Opracowanie własne.

Liczba wskaźników	Główne zakresy tematyczne	Sposób prezentacji	Uwagi
<b>Eindhoven</b>			
<a href="https://eindhoven.incijfers.nl/jive">https://eindhoven.incijfers.nl/jive</a>			
>200	Populacja, usługi publiczne, gospodarka, środowisko życia, mieszkalnictwo, sport, kultura i rekreacja, bezpieczeństwo, transport, opieka zdrowotna, edukacja	Kartogram, kartodiagram, wykres, tabela	Oprócz podstawowych statystyk dotyczących np. liczby mieszkań, zmiany liczby ludności, powierzchni zbiorników wodnych na terenie miasta, w panelu znajdują się również bardziej zaawansowane dane będące wynikiem analiz przestrzennych, takie jak średnia odległość do apteki/szpitala/kina oraz subiektywne opinie mieszkańców np. poczucie bezpieczeństwa, poziom zadowolenia z utrzymania porządku w mieście. Portal stanowi bardzo bogate źródło wiedzy na temat całego miasta, ale również jego poszczególnych obszarów, dzięki prezentacji w mniejszych jednostkach terytorialnych (sąsiedztwa, osiedla, dzielnice).
<b>Cascais</b>			
<a href="https://data.cascais.pt/">https://data.cascais.pt/</a>			
>130	Środowisko i energia, gospodarka, edukacja, zarządzanie, rekreacja, kultura i sport, mobilność, ludność i społeczeństwo, zdrowie, bezpieczeństwo	Kartogram, kartodiagram, wykres, tabela, pojedyncze wartości, lokalizacja obiektów na mapie	Jest to przykład panelu, w którym wskaźniki zostały opracowane biorąc pod uwagę indywidualne potrzeby i strategię miasta (np. duży nacisk na wskaźniki dotyczące budżetu partycypacyjnego) i jego głównej funkcji, jaką jest turystyka (duża liczba wskaźników dotyczących hoteli).
<b>Bolonia</b>			
<a href="https://www.snap4city.org/dashboardSmartCity/view/index.php?iddashboard=MzA1OA==">https://www.snap4city.org/dashboardSmartCity/view/index.php?iddashboard=MzA1OA==</a>			

40	Transport, usługi, środowisko	Lokalizacja obiektów na mapie, mapa ciepła	W portalu przedstawiono dostępność usług publicznych opierając się o koncepcję „piętnastominutowego miasta”. Ponadto dane nie ograniczają się do miasta Bolonia, ale uwzględniają też sąsiadujące tereny tworzące obszar metropolitalny.
----	-------------------------------	--	--

Przytoczone przykłady portali miast europejskich charakteryzują się różnorodnością w sposobach obliczania i prezentacji wskaźników jakości życia. Dobór wskaźników zależy od charakteru miasta i realizowanych koncepcji rozwoju. Można jednak wskazać powtarzające się zagadnienia: demografia i stan ludności, dostępność usług, transport, środowisko, mieszkalnictwo. Poprzez wskaźniki odnoszące się do przestrzeni można monitorować zarządzanie miastem i wprowadzane w nim zmiany. Należy zatem zapewnić stały i otwarty dostęp do wiarygodnych i aktualnych danych spójnych i zharmonizowanych w skali całego kraju. Takie dane związane bezpośrednio z przestrzenią dostarczają Baza Danych Obiektów Topograficznych oraz Bank Danych Lokalnych.

## 2. CEL I ZAKRES PRAC BADAWCZYCH

Celem podjętych badań była ocena przydatności Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) oraz Banku Danych Lokalnych (BDL) do wyznaczenia wskaźników jakości życia i oceny zrównoważonego rozwoju. Głównym zadaniem badawczym jest analiza wymienionych baz danych pod względem zakresu informacyjnego, aktualności, szczegółowości geometrycznej i atrybutowej i poziomu agregacji przestrzennej. Dane gromadzone w przytoczonych bazach posłużyły do wyznaczenia wskaźników zrównoważonego rozwoju oraz oceny jakości życia w mieście Kielce oraz w Kieleckim Obszarze Funkcjonalnym, który stanowił obszar badawczy. Do realizacji zadania wykorzystano wybrane wskaźniki zrównoważonego rozwoju i jakości życia zdefiniowane w normie ISO 37120. Dla każdego wskaźnika zaproponowano metodykę wyznaczenia jego wartości. Etap ten umożliwił sformułowanie wniosków z przeprowadzonej analizy zakresu informacyjnego, w tym możliwości i ograniczenia BDOT10k i BDL. Na podstawie wyznaczonych wskaźników przeprowadzono analizę wielokryterialną, której celem było pokazanie zróżnicowania poziomu realizacji idei zrównoważonego rozwoju na obszarze badawczym. Zastosowano hierarchiczną analizę problemu, stawiając jako główny cel jakość życia mieszkańców, na który składają się cele pośrednie opisane jako cztery kategorie: demografia, środowisko, usługi i mieszkalnictwo. Opracowane wskaźniki zostały przedstawione w formie map i udostępnione w Internecie w postaci panelu informacyjnego „dashboard”.

## 3. ŹRÓDŁA DANYCH

Główne źródła otwartych danych możliwe do wykorzystania w analizie wskaźników w polskich miastach to Baza Danych Obiektów Topograficznych oraz Bank Danych Lokalnych. Oba te zbiory danych są ogólnodostępne i możliwe jest ich bezpłatne pobieranie i wykorzystanie do analiz, prezentacji kartograficznych i publikacji. W przeprowadzonym badaniu dokonano analizy obu tych zbiorów danych.

### 3.1. Baza Danych Obiektów Topograficznych

Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) to wektorowa baza danych zawierająca lokalizację przestrzenną obiektów topograficznych oraz ich charakterystykę opisową w postaci atrybutów (Rozporządzenie MRPiT, 2021). Treść i szczegółowość bazy BDOT10k odpowiada tradycyjnej mapie topograficznej w skali 1:10000 (ryc. 1).

Baza BDOT10k w sposób ciągły pokrywa obszar całego kraju. Dane charakteryzują się jednak różną aktualnością. Najbardziej aktualne pochodzą z 2021 r., a najmniej z 2013 r w zależności od regionu i klasy obiektów (geoportal.gov.pl). Dane są dostępne bezpłatnie w serwisie www.geoportal.gov.pl. Pliki można pobrać w formacie GML lub SHP. Dane są udostępniane

w postaci paczek dla powiatów, województw oraz całego kraju. Obecnie trwają prace nad aktualizacją BDOT10k w skali całego kraju (GUGiK, 2022).

Zakres informacyjny bazy został podzielony w trzech stopniach szczegółowości na kategorie, klasy i rodzaje obiektów. Pierwszy i najbardziej uogólniony poziom stanowi 9 kategorii, którym przypisano dwuliterowe oznaczenie, jak następuje: sieć wodna (SW), sieć komunikacyjna (SK), sieć uzbrojenia terenu (SU), pokrycie terenu (PT), budynki, budowle i urządzenia (BU), kompleksy użytkowania terenu (KU), tereny chronione (TC), jednostki podziału terytorialnego (AD), obiekty inne (OI) (Rozporządzenie MRPiT, 2021). Na każdą kategorię składa się kilka lub kilkanaście klas obiektów, stanowiących drugi poziom klasyfikacyjny. W przeprowadzonym badaniu zostało wykorzystanych osiem następujących klas obiektów: obszar zabudowany, teren leśny i zadrzewiony, roślinność krzewiasta, uprawa trwała, roślinność trawiasta i uprawa rolna, budynek, jednostka podziału administracyjnego oraz budowla sportowa.

Klasa zabudowy (PTZB) należy do kategorii pokrycie terenu. Tak jak w przypadku wszystkich klas z tej kategorii, obiekty występują w postaci poligonów. Obejmuje obszary zabudowane tworzone przez budynki mieszkalne, przemysłowe, usługowe, magazynowe itp. łącznie z niewielkimi terenami funkcjonalnie związanymi z budynkiem, np. podwórza, place, przejazdy. Teren leśny i zadrzewiony (PTLZ) to klasa w kategorii pokrycie terenu. Obejmuje lasy oraz tereny zadrzewione, w tym parki, roślinność przylegającą do wód powierzchniowych, zadrzewienia cmentarzy, terenów rekreacyjnych. W klasie występują następujące atrybuty: gatunek drzew, kategoria, rodzaj, nazwa. Roślinność krzewiasta (PTRK) to kolejna klasa kategorii pokrycie terenu. Obejmuje obszary porośnięte gęstymi krzewami, kosodrzewiną oraz zaroślami. W klasie tej występuje tylko jeden atrybut rodzaj. Klasa uprawa trwała (PTUT) należy do kategorii pokrycie terenu. Obiekty są opisane przez dwa atrybuty: gatunek oraz rodzaj. Ostatnią omawianą klasą z kategorii pokrycie terenu jest roślinność trawiasta i uprawa rolna (PTTR). Do obszarów pokrytych roślinnością trawiastą zalicza się: łąki, pastwiska, polany leśne, place sportowe, miejskie trawniki, trawiaste tereny parków i osiedli. Do klasy tej należą również uprawy rolne i trwałe ugory. W klasie występuje jeden atrybut rodzaj. Klasa budynki (BUBD) należy do kategorii budynki, budowle i urządzenia. Reprezentacją geometryczną obiektów są poligony wyznaczone przez zarys podstawowy budynku lub w przypadku gdy podstawa ma mniejszą powierzchnię niż wyższe kondygnacje, reprezentacją jest maksymalny zasięg budynku. W klasie występuje kilka ważnych atrybutów: funkcja ogólna budynku, funkcja szczegółowa budynku, liczba kondygnacji, nazwa, zabytek. W klasie budowla sportowa (BUSP), należącej do kategorii budynki, budowle i urządzenia, występują zarówno obiekty liniowe i poligonalne. Odnosi się do budowli służących do celów sportowych i rekreacyjnych. W klasie występują dwa atrybuty: nazwa oraz rodzaj. Klasa jednostka podziału administracyjnego (ADJA) obejmuje wszystkie rodzaje jednostek podziału terytorialnego, zgodnie z Krajowym Rejestrem Urzędowym Podziału Terytorialnego Kraju. Obiekty występują w postaci poligonów, których geometrię pozyskuje się z Państwowego Rejestru Granic. Obiekty opisują cztery atrybuty: ID\_PRG, identyfikator terytorialny jednostki nadrzędnej, ID\_TERYT\_TERC, rodzaj podziału terytorialnego. Klasa ta posłużyła do połączenia danych z Banku Danych Lokalnych GUS.

### 3.2. Bank Danych Lokalnych

Bank Danych Lokalnych jest bazą danych prowadzoną przez Główny Urząd Statystyczny. Zakres informacyjny jest bardzo szeroki, dostępnych jest ponad 40 000 cech statystycznych z dziedziny gospodarki, społeczeństwa i środowiska. Zasoby bazy pogrupowane są na 33 kategorie tematyczne, które dzielą się na grupy i podgrupy. Wybrane kategorie to: ceny i finanse, gospodarka i handel, kultura, sport i rekreacja, leśnictwo, Ludność, nauka i technika, ochrona zdrowia, opieka społeczna, przemysł i budownictwo, rolnictwo, rynek nieruchomości, stan i ochrona środowiska, szkolnictwo, transport i łączność, turystyka. Dane udostępniane są według dwóch układów podziału terytorialnego. Pierwszy z nich to podział na jednostki administracyjne, w którym wyróżnia się: miejscowości statystyczne, gminy, powiaty, województwa. Do identyfikacji jednostek wykorzystywany jest opracowany przez Krajowy Rejestr Urzędowy Podziału Terytorialnego Kraju (TERYT) system identyfikatorów i nazw jednostek podziału administracyjnego. Drugi system podziału terytorialnego wyróżnia jednostki statystyczne. Są one zgodne z klasyfikacją NUTS (fr. Nomenclature

des Unités territoriales statistiques - Klasyfikacja Jednostek Terytorialnych do Celów Statystycznych), czyli standardem podziału państw członkowskich Unii Europejskiej.

Statystyki w BDL są przedstawiane w ujęciu rocznym, niektóre półrocznym lub kwartalnym. Baza jest na bieżąco uzupełniana i aktualizowana, najnowsze dane pochodzą z 2020 r. Wyjątek stanowią dane z Narodowego Spisu Powszechnego - wyniki spisu z 2021 r. nie zostały jeszcze opublikowane, a ostatnie dostępne dane pochodzą ze spisu z 2011 r.

Dane w BDL są gromadzone na różnych poziomach agregacji. Większość wykorzystanych w badaniu statystyk jest opublikowana w podziale na gminy, dzięki czemu możliwe było wyznaczenie wartości wskaźników dla wszystkich jednostek należących do Kieleckiego Obszaru Funkcjonalnego. Dla 2 wskaźników dane w BDL były dostępne tylko dla powiatów, więc zostały wyznaczone jedynie dla Kielc, będących miastem na prawach powiatu.

Na stronie internetowej Banku Danych Lokalnych (bdl.stat.gov.pl) dane są dostępne bezpłatnie w postaci tabeli, którą można wyeksportować w formacie .csv lub .xls. W pobranej tabeli znajduje się identyfikator TERYT (lub w przypadku regionów NUTS odpowiedni kod terytorialny), nazwa jednostki oraz wartość statystyki. Identyfikator TERYT umożliwia integrację z innymi bazami danych, m.in. z BDOT10k. Na podstawie tego kodu rekordy tabeli mogą być dołączone do klasy obiektów Jednostka podziału terytorialnego (ADJA) i wykorzystane w środowisku GIS do dalszych przetworzeń i wizualizacji kartograficznych.

#### 4. METODYKA I OBSZAR BADAŃ

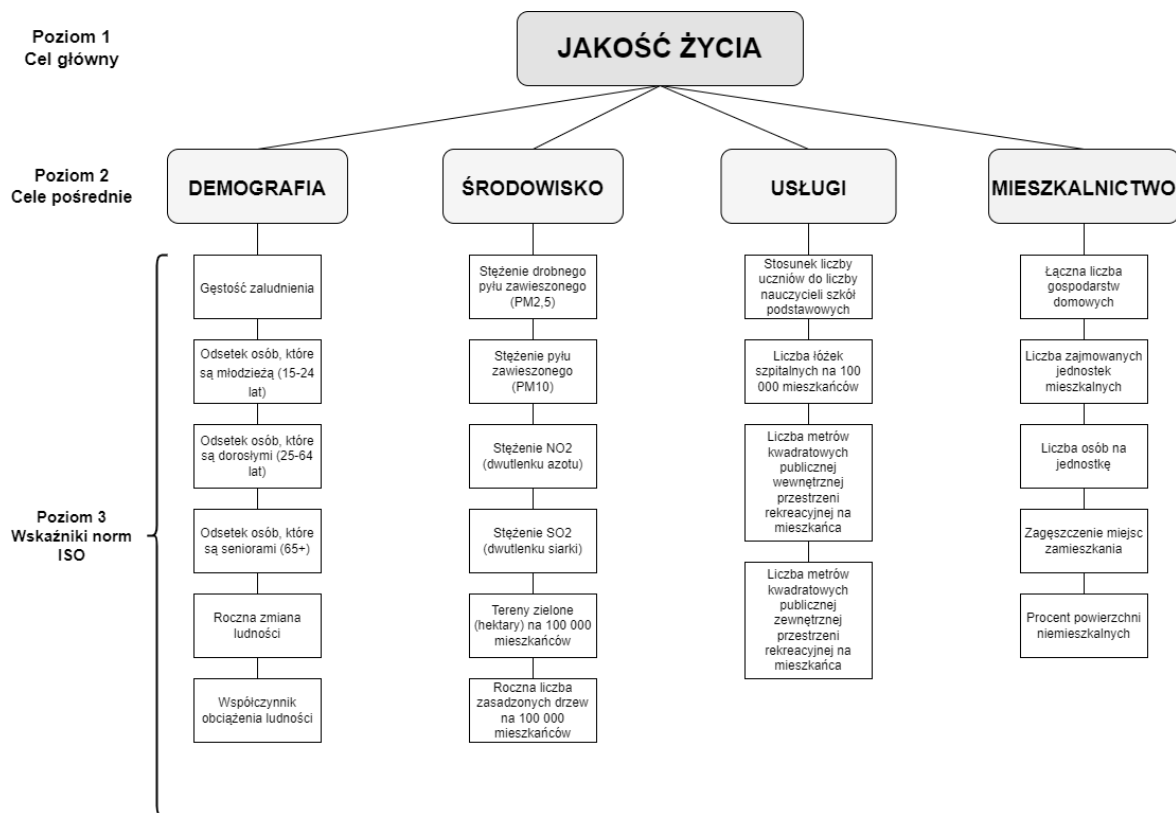
W badaniu przeprowadzono ocenę wybranych aspektów zrównoważonego rozwoju i jakości życia w mieście Kielce i jego najbliższego sąsiedztwa (KOF). Na podstawie dostępnych danych BDOT10k i BDL wyznaczono szereg wskaźników opisujących funkcjonowanie miasta i poziom życia jego mieszkańców. Następnie zastosowano metodę analizy wielokryterialnej do ustalenia ogólnej oceny jakości życia.

Pierwszym etapem była selekcja wskaźników opisujących jakość życia na podstawie normy ISO 37120 „Zrównoważony rozwój społeczny. Wskaźniki usług miejskich i jakości życia”. Wybrane wskaźniki uporządkowano w formie hierarchii, przyjmując jako cel nadrzędny ogólną ocenę jakości życia. Obliczone na podstawie BDOT10k i BDL wskaźniki stanowiły podstawę do przeprowadzenia analizy wielokryterialnej i wyznaczenia całościowego wskaźnika jakości życia. Wartości wskaźników zostały poddane standaryzacji, a następnie wyznaczono wagi ich istotności metodą AHP. AHP to metoda analizowania złożonych decyzji, wykorzystująca podstawowe funkcje matematyczne i psychologię. Zapewnia racjonalne ramy dla potrzebnej decyzji poprzez kwantyfikację jej kryteriów i odniesienie tych elementów do celu ogólnego (Saaty, 1980). Łączenie kryteriów przeprowadzono wykorzystując metodę ważonej kombinacji liniowej (WLC) bardzo popularną w analizach GIS (Malczewski, Jaroszewicz, 2018), uzyskując w ten sposób łączną ocenę jakości życia.

Obszarem badawczym, dla którego wyznaczono wskaźniki jakości życia, było miasto Kielce. Dodatkowo przeprowadzono podobną ocenę dla 11 sąsiadujących gmin, które razem tworzą Kielecki Obszar Funkcjonalny (KOF). Dzięki temu przetestowano możliwość prezentacji wskaźników dla miasta wraz z sąsiednimi gminami oraz pokazania zróżnicowania zrównoważonego rozwoju na analizowanym obszarze.

##### 4.1. Wybór wskaźników i opracowanie hierarchii

Do badań wyselekcjonowano łącznie 21 wskaźników pochodzących z normy ISO 37120 i które mają bezpośrednie przełożenie do danych przestrzennych. Zgodnie z przyjętą metodą AHP analizowany problem przedstawiono w postaci hierarchii. Na najwyższym poziomie, będącym nadrzędnym celem umieszczono Jakość życia. Głównym założeniem jest osiągnięcie ogólnego dobrostanu i szczęścia mieszkańców. Na cel nadrzędny składają się cele pośrednie: demografia, środowisko, usługi oraz mieszkalnictwo. Te cztery kategorie tworzą kolejny poziom hierarchii. Na najniższym poziomie znajdują się wyselekcjonowane wskaźniki, których wartości wyznaczono na podstawie danych BDOT10k i BDL. Graficzny schemat hierarchii wskaźników przedstawiono poniżej (ryc. 2).



Ryc. 2. Opracowana hierarchia wskaźników jakości życia. Źródło: Opracowanie własne.

Szczegółowy wykaz danych BDOT10k i BDL wykorzystanych do opracowania poszczególnych wskaźników został przedstawiony w tabeli 2 oraz tabeli 3.

Tab. 2. Wykaz danych wykorzystanych do opracowania wskaźników na podstawie BDOT10k. Źródło: Opracowanie własne.

**BDOT10k**

Wskaźnik	Klasa (pełna nazwa)	Atrybut (pełna nazwa)
Gęstość zaludnienia	ADJA (jednostka podziału administracyjnego)	x_kod=ADJA04 (gmina miejska)
Tereny zielone (hektary) na 100 000 mieszkańców	PTLZ (teren leśny i zadrzewiony)	
	PTRK (roślinność krzewiasta)	
	PTUT (uprawa trwała)	
	PTTR (roślinność trawiasta i uprawa rolna)	x_kod=PTTR01 (roślinność trawiasta)
Liczba metrów kwadratowych publicznej wewnętrznej przestrzeni rekreacyjnej na mieszkańca	BUBD (budynek)	funSzczegolowaBudynku={ kregielnia, kino, klubSportowy, klubDyskoteka, halaSportowa, halowyTorGokartowy, kort Tenisowe, plywalnia, sztuczneLodowisko, ujezdzalnia}
Liczba metrów kwadratowych publicznej zewnętrznej przestrzeni rekreacyjnej na mieszkańca	BUSP (budowla sportowa)	
Procent powierzchni niemieszkalnych	PTZB (zabudowa)	rodzaj= {jednorodzinna, wielorodzinna}
Zagęszczenie miejsc zamieszkania	ADJA (jednostka podziału administracyjnego)	x_kod=ADJA04 (gmina miejska)

Tab. 3. Wykaz danych wykorzystanych do opracowania wskaźników na podstawie BDL. Źródło: Opracowanie własne.

BDL					
Wskaźnik	Kategoria	Grupa	Podgrupa	Wyszczególnienie	
Gęstość zaludnienia	Ludność	Stan ludności	Ludność wg grup wieku i płci		
Odsetek osób, które są młodzieżą (15-24 lat)	Ludność	Stan ludności	Ludność wg grup wieku i płci		
Odsetek osób, które są dorosłymi (25-64 lat)	Ludność	Stan ludności	Ludność wg grup wieku i płci		
Odsetek osób, które są seniorami (65+)	Ludność	Stan ludności	Ludność wg grup wieku i płci		
Roczna zmiana ludności	Ludność	Stan ludności	Gęstość zaludnienia oraz wskaźniki	Zmiana liczby ludności na 1000 mieszkańców	
Współczynnik obciążenia ludności	Ludność	Stan ludności	Wskaźniki obciążenia demograficznego	Ludność w wieku nieprodukcyjnym na 100 osób w wieku produkcyjnym	
Roczna liczba zasadzonych drzew na 100 000 mieszkańców	Leśnictwo i łowiectwo	Zadrzewienia	Sadzenie drzew i krzewów	Sadzenie drzew	
Stosunek liczby uczniów do liczby nauczycieli podstawowych	Szkolnictwo	Szkolnictwo podstawowe	Szkoły podstawowe ogółem Nauczyciele pełnozatrudnieni i niepełnozatrudnieni w przeliczeniu na etaty	Uczniowie Szkoły podstawowe dla dzieci i młodzieży (również szkoły specjalne)	
Liczba łóżek szpitalnych na 100 000 mieszkańców	Ochrona zdrowia, opieka społeczna i świadczenia na rzecz rodziny	Szpitale	Łóżka w szpitalach ogólnych - wskaźniki	Łóżka w szpitalach ogólnych	
Łączna liczba gospodarstw domowych	Narodowe spisy powszechnie	NSP 2011 Gospodarstwa domowe i rodziny	Gospodarstwa domowe wg liczby osób		
Liczba zajmowanych jednostek mieszkalnych	Gospodarka mieszkaniowa i komunalna	Zasoby mieszkaniowe	Zasoby mieszkaniowe		
Liczba osób na jednostkę	Ludność	Stan ludności	Ludność wg grup wieku i płci		
	Gospodarka mieszkaniowa i komunalna	Zasoby mieszkaniowe	Zasoby mieszkaniowe		
Zagęszczenie miejsc zamieszkania	Gospodarka mieszkaniowa i komunalna	Zasoby mieszkaniowe	Zasoby mieszkaniowe		

## 5. WYNIKI: OBLICZANIE, WIZUALIZACJA I PUBLIKACJA WSKAŹNIKÓW

Zgodnie z przyjętą hierarchią opracowano 21 wskaźników zgrupowanych w 4 kategorie: demografia, środowisko, usługi oraz mieszkalnictwo (ryc. 2), zdefiniowanych jak poniżej.

### Demografia

**Gęstość zaludnienia (na kilometr kwadratowy)** - miara określająca liczbę osób przypadających na jednostkę powierzchni. Do obliczenia wskaźnika wykorzystano dane z BDL o liczbie ludności w podziale na gminy oraz warstwę jednostka podziału administracyjnego (ADJA) z bazy BDOT10k, na podstawie której wyznaczono powierzchnię jednostek.

**Odsetek osób, które są młodzieżą (15-24 lat)** - liczba osób w wieku 15-24 pozyskano z Banku Danych Lokalnych z kategorii Ludność, grupy Stan ludności, podgrupy Ludność wg grup wieku



i płci. Wyznaczenie wskaźnika polegało na obliczeniu jaki procent stanowi ta grupa ludzi w ogólnej ludności.

**Odsetek osób, które są dorosłymi (25-64 lat)** - liczba osób w wieku 25-64 pozyskano z BDL z kategorii Ludność, grupy Stan ludności, podgrupy Ludność wg grup wieku i płci. Wyznaczony wskaźnik to procent jaki stanowi ta grupa osób w ogólnej ludności.

**Odsetek osób, które są seniorami (65+)** - dane o liczbie osób w wieku 65+ pozyskano z BDL z kategorii Ludność, grupy Stan ludności, podgrupy Ludność wg grup wieku i płci. Wartość wskaźnika to procent jaki stanowią seniorzy w ogólnej ludności.

**Roczna zmiana ludności** - miara jak zmieniała się liczba ludności w stosunku do roku poprzedniego. Wskaźnik pozyskano z BDL na podstawie statystyki Zmiana liczby ludności na 1000 mieszkańców (kategoria Ludność, grupa Stan ludności, podgrupa Gęstość zaludnienia oraz wskaźniki).

**Współczynnik obciążenia ludności** - obciążenie ludności oznacza stosunek ludności w wieku nieprodukcyjnym do osób w wieku produkcyjnym. Dane do wyznaczenia wskaźnika pozyskano z BDL z kategorii Ludność, grupy Stan ludności, podgrupy Wskaźniki obciążenia demograficznego.

## Środowisko

**Stężenie drobnego pyłu zawieszonego PM<sub>2,5</sub> i PM<sub>10</sub> [µg/m<sup>3</sup>]** - GUS gromadzi dane o zanieczyszczeniu pyłami w podziale na powiaty w kategorii Stan i ochrona środowiska w grupie Emisja zanieczyszczeń powietrza z zakładów szczególnie uciążliwych. Jest to ilość wyprodukowanych zanieczyszczeń w ciągu roku przez zakłady uznane za najbardziej szkodliwe na podstawie wysokości opłat wnoszonych za emisję substancji zanieczyszczających powietrze. Dane są wyrażone w jednostce tony/rok. Nie ma podziału na wielkość cząsteczek pyłu, jest za to ze względu na rodzaj. Z uwagi na fakt iż dane z BDL mogą nie obejmować wszystkich źródeł zanieczyszczeń pyłami oraz są wyrażone w innej jednostce niż podawana w normie ISO, zdecydowano że wskaźnik zostanie wyznaczony na podstawie innego źródła danych jakim jest Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (GIOŚ). Jako wartość wskaźników przyjęto średnie roczne stężenie pyłu zawieszonego PM<sub>2,5</sub> i PM<sub>10</sub> pomierzone na automatycznej stacji pomiarowej w Kielcach (kod stacji SkKiel-Targow).

**Stężenie NO<sub>2</sub> i SO<sub>2</sub>** - podobnie jak w przypadku pyłów, GUS gromadzi dane o zanieczyszczeniach gazami emitowane przez wybrane zakłady (Kategorii Stan i ochrona środowiska, grupa Emisja zanieczyszczeń powietrza z zakładów szczególnie uciążliwych). Dane wyrażają wyprodukowaną w ciągu roku liczbę ton zanieczyszczeń gazowych, m. in. tlenków azotu i dwutlenku siarki. W przypadku wskaźników dotyczących zanieczyszczenia gazami również zdecydowano o wykorzystaniu danych GIOŚ. Wartość wskaźnika wyznaczono jako średnie roczne stężenie NO<sub>2</sub> i SO<sub>2</sub> na podstawie pomiarów na stacji w Kielcach.

**Tereny zielone (hektary) na 100 000 mieszkańców** - tereny zielone pozyskano z BDOT10k z następujących warstw pokrycia terenu: PTLZ, PTRK, PTUT oraz PTTR. Z ostatniej wymienionej warstwy wyselekcjonowano jedynie obiekty przedstawiające roślinność trawiastą, na podstawie atrybutu x\_kod, który przyjmuje wartość PTTR01. Aby wyznaczyć wskaźnik obliczono powierzchnię wszystkich obiektów wyrażoną w hektarach, następnie sumę wartości podzielono przez jedną stu-tysięczną mieszkańców.

**Roczna liczba zasadzonych drzew na 100 000 mieszkańców** - model BDOT10k nie zakłada gromadzenia danych o położeniu pojedynczych drzew. W bazie znajdują się obiekty „drzewo lub grupa drzew” w klasie OIPR (obiekt przyrodniczy), w kategorii „Obiekty inne”, obejmującej mniej istotne obiekty, mające znaczenie orientacyjne w terenie. W klasie OIPR gromadzi się odosobnione drzewa lub zgeneralizowane grupy drzew. W rezultacie w bazie znajduje się reprezentacja tylko niewielkiej części występujących w rzeczywistości drzew. W BDL dane dotyczące liczby zasadzonych drzew znajdują się w kategorii Leśnictwo i łowiectwo, grupie Zadrzewienia, podgrupie Sadzenie drzew i krzewów. Nie jest to jednak liczba wszystkich posadzeń. Statystyka ta obejmuje zadrzewienia wzdłuż dróg, cieków wodnych, wśród upraw rolnych, przy domach mieszkalnych i budynkach gospodarskich oraz w obrębie i przy zakładach przemysłowych. Natomiast nie uwzględnia

się lasów i gruntów przeznaczonych do zalesienia, sadów, plantacji oraz szkótek drzew i krzewów, urządzonej zieleni w miastach i wsiach, ogrodów działkowych, nieruchomości otaczających obiekty zabytkowe. Przy obliczeniu wskaźnika przyjęto dane z BDL. Wartość wskaźnika wyznaczono poprzez podzielenie liczby zasadzonych w ciągu roku drzew przez jedną stutysięczną ogółu mieszkańców.

## Usługi

**Stosunek liczby uczniów do liczby nauczycieli szkół podstawowych** - obliczenie wskaźnika polegało na podzieleniu liczby uczniów szkół podstawowych przez liczbę nauczycieli zatrudnionych na pełen etat. Dane do obliczeń pozyskano z BDL z kategorii szkolnictwo, grupy szkolnictwo podstawowe. Informacja o liczbie uczniów znajduje się w podgrupie szkoły podstawowe ogółem, a o liczbie nauczycieli w podgrupie nauczyciele pełnozatrudnieni i niepełnozatrudnieni w przeliczeniu na etaty.

**Liczba łóżek szpitalnych na 100 000 mieszkańców** - liczba łóżek szpitalnych pozyskano z BDL (kategoria ochrona zdrowia, opieka społeczna i świadczenia na rzecz rodziny, grupa szpitale, podgrupa łóżka w szpitalach ogólnych – wskaźniki). Wartość wskaźnika obliczono poprzez podzielenie liczby łóżek przez sto tysięcy ogółu mieszkańców.

**Liczba metrów kwadratowych publicznej wewnętrznej przestrzeni rekreacyjnej na mieszkańca** - spośród warstwy budynków (BUBD) na podstawie atrybutu funkcja szczegółowa budynku jako przestrzeń rekreacyjną wybrano następujące obiekty: kręgielnia, kino, klub sportowy, klub, dyskoteka, hala sportowa, halowy tor gokartowy, korty tenisowe, pływalnia, sztuczne lodowisko, ujeżdżalnia. W obliczeniach należało uwzględnić całkowitą powierzchnię obiektów. W tym celu powierzchnię przyziemia każdego budynku pomnożono przez jego liczbę kondygnacji. Suma wyznaczonych wartości stanowi całkowitą powierzchnię wewnętrznej przestrzeni rekreacyjnej. Ostatnim działaniem było podzielenie tej liczby przez liczbę mieszkańców.

**Liczba metrów kwadratowych publicznej zewnętrznej przestrzeni rekreacyjnej na mieszkańca** - do wyznaczenia wskaźnika wykorzystano warstwę poligonową budowla sportowa (BUSP\_A). Na obszarze opracowania były to następujące obiekty: basen odkryty, kort tenisowy, kort tenisowy z czaszą foliową, plac gier i zabaw, plac sportowy, stadion, sztuczny stok. Wartość wskaźnika to suma powierzchni tych obiektów podzielona przez liczbę mieszkańców.

## Mieszkalnictwo

**Łączna liczba gospodarstw domowych** - GUS podaje następującą definicję gospodarstwa domowego: „Zespół osób zamieszkujących razem i wspólnie utrzymujących się. Osoby samotne utrzymujące się samodzielnie tworzą jednoosobowe gospodarstwa domowe”. Łączną liczbę gospodarstw domowych pozyskano z BDL z kategorii Narodowe Spisy Powszechne, grupy NSP 2011 - gospodarstwa domowe i rodziny.

**Liczba zajmowanych jednostek mieszkalnych (własność i wynajem)** - BDL zawiera informacje o rodzajach występujących mieszkań, tj. zarówno zamieszkałych i niezamieszkałych. Dane o liczbie mieszkań znajdują się w kategorii gospodarka mieszkaniowa i komunalna, w grupie i podgrupie zasoby mieszkaniowe.

**Liczba osób na jednostkę** - wskaźnik przedstawia średnią liczbę osób na jednostkę mieszkalną. Wartość wskaźnika obliczono poprzez podzielenie liczby ludności przez liczbę mieszkań, wyznaczoną w poprzednim wskaźniku.

**Zagęszczenie miejsc zamieszkania (na kilometr kwadratowy)** - wskaźnik obliczono poprzez podzielenie liczby mieszkań przez powierzchnię miasta.

**Procent powierzchni niemieszkalnych (kilometry kwadratowe)** - tereny mieszkalne wyznaczono z warstwy zabudowa (PTZB), należącej do kategorii pokrycia terenu. Na podstawie atrybutu rodzaj zabudowy wybrano obiekty reprezentujące zabudowę wielorodzinną oraz jednorodziną. Sumaryczną powierzchnię obiektów odjęto od całkowitej powierzchni opracowania, zyskując w ten

sposób powierzchni terenów niemieszkalnych. Ostateczna wartość wskaźnika jest wyrażona w postaci procentu terenów niemieszkalnych na całym obszarze.

Wyznaczone wartości wskaźników zestawiono w tabelach 4-7.

Tab. 4. Wartości wskaźników w kategorii Demografia. Źródło: Opracowanie własne.

	Gęstość zaludnienia	Odsetek osób, które są młodzieżą (15-24 lat)	Odsetek osób, które są dorosłymi (25-64 lat)	Odsetek osób, które są seniorami (65+)	Roczna zmiana ludności (na 1000 mieszkańców)	Współczynnik obciążenia ludności
	[osoby/km <sup>2</sup> ]	[%]	[%]	[%]	[-]	[-]
Kielce	1766	8,0	55,7	22,7	-7	75
Górnio	176	11,9	57,2	12,9	6	59
Masłów	130	11,5	58,9	14,0	7	57
Miedziana Góra	165	11,0	58,2	14,4	8	60
Piekoszów	160	11,9	58,5	13,6	-3	57
Nowiny	174	11,4	57,0	16,4	1	61
Strawczyn	128	12,3	57,9	12,3	8	57
Zagnańsk	104	10,8	57,6	18,1	-5	63
Chęciny	118	10,9	56,9	17,4	-5	64
Daleszyce	71	11,1	58,8	14,5	-2	57
Chmielnik	79	10,9	55,3	18,7	-8	66
Morawica	121	11,7	57,3	13,0	9	60

Tab. 5. Wartości wskaźników w kategorii Środowisko. Źródło: Opracowanie własne.

	Stężenie drobnego pyłu zawieszonego (PM <sub>2,5</sub> )	Stężenie pyłu zawieszonego (PM <sub>10</sub> )	Stężenie NO <sub>2</sub> (dwutlenku azotu)	Stężenie SO <sub>2</sub> (dwutlenku siarki)	Tereny zielone (ha) na 100 000 mieszkańców	Roczna liczba zasadzonych drzew na 100 000 mieszkańców
	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[ha]	[-]
Kielce	16,5	24,9	24,5	10,4	3324,98	78
Górnio	-	-	-	-	29662,96	0
Masłów	-	-	-	-	59751,20	195701
Miedziana Góra	-	-	-	-	49425,37	0
Piekoszów	-	-	-	-	42485,21	6846
Nowiny	-	-	-	-	42045,39	884
Strawczyn	-	-	-	-	45129,36	0
Zagnańsk	-	-	-	-	88348,08	720
Chęciny	-	-	-	-	57933,40	785
Daleszyce	-	-	-	-	122288,70	493
Chmielnik	-	-	-	-	77929,82	0
Morawica	-	-	-	-	60974,89	142

Tab. 6. Wartości wskaźników w kategorii Usługi. Źródło: Opracowanie własne.

	Stosunek liczby uczniów do liczby nauczycieli szkół podstawowych	Liczba łóżek szpitalnych na 100 000 mieszkańców	Liczba m.kw. publicznej wewnętrznej przestrzeni rekreacyjnej na mieszkańca	Liczba m.kw. publicznej zewnętrznej przestrzeni rekreacyjnej na mieszkańca
	[osoba]	[-]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]
Kielce	12	903	1,13	2,95
Górnio	11	-	0,17	2,66

Masłów	10	-	0,56	3,07
Miedziana Góra	11	-	0,14	3,21
Piekoszów	10	-	0,18	4,88
Nowiny	10	-	0,13	6,95
Strawczyn	10	-	0,18	5,17
Zagnańsk	12	-	0,00	6,83
Chęciny	9	-	0,46	4,85
Daleszyce	11	-	0,18	4,62
Chmielnik	12	-	0,06	4,37
Morawica	13	-	0,37	26,75

Tab. 7. Wartości wskaźników w kategorii Mieszkalnictwo. Źródło: Opracowanie własne.

	Łączna liczba gospodarstw domowych	Liczba zajmowanych jednostek mieszkalnych	Liczba osób na jednostkę	Zagęszczenie miejsc zamieszkania (na km <sup>2</sup> )	Procent powierzchni niemieszkalnych
	[-]	[-]	[osoba]	[-]	[%]
Kielce	79643	87927	2,2	803	83,2
Górno	-	3617	4,1	44	92,5
Masłów	-	3320	3,4	39	93,8
Miedziana Góra	-	3212	3,6	45	92,2
Piekoszów	-	4845	3,4	47	92,8
Nowiny	-	2542	3,1	56	94,5
Strawczyn	-	2800	3,9	33	93,9
Zagnańsk	-	3926	3,3	31	95,6
Chęciny	-	4714	3,2	37	94,8
Daleszyce	-	5320	3,0	24	96,4
Chmielnik	-	3792	2,9	27	96,2
Morawica	-	4754	3,6	34	94,1

Na podstawie wyznaczonych wskaźników przeprowadzono wielokryterialną ocenę jakości życia w gminach Kieleckiego Obszaru Funkcjonalnego. W pierwszym etapie dokonano standaryzacji wskaźników, czyli sprowadzono do wspólnego przedziału  $<0,1>$  wykorzystując powszechną w analizach GIS metodę unitaryzacji zerowanej (Malczewski, 2006). Następnie zostały wyznaczone wagi istotności poszczególnych wskaźników, według metody porównywania parami. Proces ten polega na zestawieniu kryteriów w macierzy i ocenie ile razy kryterium  $K_1$  z lewej kolumny jest istotniejsze od kryterium  $K_2$  z górnego wiersza macierzy. Ocenę przeprowadza się w skali dziewięciostopniowej, gdzie 1 oznacza kryteria równie istotne, 9 ekstremalnie ważniejsze, a pozostałe wartości od 2 do 8 stany pośrednie (Saaty, 1980). Jeśli kryterium  $K_1$  otrzymało w porównaniu do kryterium  $K_2$  pewną wartość np. 3, to ocena  $K_2$  w porównaniu do  $K_1$  będzie wartością odwrotną tj.  $1/3$ . Po utworzeniu macierzy przeprowadzono standaryzację poprzez podzielenie wartości przez ich sumę w kolumnach. Następnie obliczono wagi poszczególnych wskaźników jako średnie arytmetyczne z każdego wiersza znormalizowanej macierzy, które posłużyły do obliczenia wskaźnika całosciowego. Zestawienie ocen oraz wyznaczone wagi przedstawiono w tabelach 8-11. Warto podkreślić, że porównywanie istotności wskaźników w tej metodzie jest uznaniowe i należy traktować je jako jedną z wielu możliwych propozycji.

Tab. 8. Ocena istotności wskaźników i wyznaczone wagi w kategorii Demografia. Źródło: Opracowanie własne.

DEMOGRAFIA							
Wskaźnik	Gęstość zaludnienia	Odsetek osób, które są młodzieżą	Odsetek osób, które są dorosłymi	Odsetek osób, które są seniorami	Roczna zmiana ludności	Współczynnik obciążenia ludności	Waga
Gęstość zalud-	1	6	6	5	8	5	0,46

nienia								
Odsetek osób, które są młodzieżą	1/6	1	2	3	3	1/5		0,11
Odsetek osób, które są dorosłymi	1/6	1/2	1	3	3	1/5		0,09
Odsetek osób, które są seniorami	1/5	1/3	1/3	1	2	1/4		0,06
Roczna zmiana ludności	1/8	1/3	1/3	1/3	1	1/8		0,03
Współczynnik obciążenia ludności	1/5	5	5	4	8	1		0,26

Tab. 9. Ocena istotności wskaźników i wyznaczone wagi w kategorii Środowisko. Źródło: Opracowanie własne.

**ŚRODOWISKO**

Wskaźnik	Tereny zielone (hektary) na 100 000 mieszkańców	Roczna liczba zasadzonych drzew na 100 000 mieszkańców	Waga
Tereny zielone (hektary) na 100 000 mieszkańców	1	4	0,80
Roczna liczba zasadzonych drzew na 100 000 mieszkańców	1/4	1	0,20

Tab. 10. Ocena istotności wskaźników i wyznaczone wagi w kategorii Usługi. Źródło: Opracowanie własne.

**USŁUGI**

Wskaźnik	liczba uczniów do liczby nauczycieli szkół podstawowych	Liczba m.kw. publicznej wewnętrznej przestrzeni rekreacyjnej na mieszkańca	Liczba m.kw. publicznej zewnętrznej przestrzeni rekreacyjnej na mieszkańca	Waga
Stosunek liczby uczniów do liczby nauczycieli szkół podstawowych	1	1/5	1/2	0,13
Liczba metrów kwadratowych publicznej wewnętrznej przestrzeni rekreacyjnej na mieszkańca	5	1	2	0,59
Liczba metrów kwadratowych publicznej zewnętrznej przestrzeni rekreacyjnej na mieszkańca	2	1/2	1	0,28

Tab. 11. Ocena istotności wskaźników i wyznaczone wagi w kategorii Mieszkalnictwo. Źródło: Opracowanie własne.

**MIESZKALNICTWO**

Wskaźnik	Liczba zajmowanych jednostek mieszkalnych	Liczba osób na jednostkę	Zagęszczenie miejsc zamieszkania	Procent powierzchni niemieszkalnych	Waga
Liczba zajmowanych jednostek mieszkalnych	1	4	1/3	1/3	0,15
Liczba osób na jednostkę	1/4	1	1/7	1/6	0,05
Zagęszczenie miejsc zamieszkania	3	7	1	3	0,51
Procent powierzchni niemieszkalnych	3	6	1/3	1	0,29

Wagi zostały wyznaczone również dla każdej z czterech kategorii składającej się na jakość życia (tab. 12).

Tab. 12. Ocena istotności wskaźników i wyznaczone wagi w ogólnej ocenie jakości życia. Źródło: Opracowanie własne.

JAKOŚĆ ŻYCIA					Waga
Kategoria	Demografia	Środowisko	Usługi	Mieszkalnictwo	
Demografia	1	1/5	1/6	1/3	0,06
Środowisko	5	1	1/2	6	0,35
Usługi	6	2	1	5	0,48
Mieszkalnictwo	3	1/6	1/5	1	0,11

W celu uzyskania łącznej oceny w każdej z czterech kategorii stanowiących cele pośrednie oraz ogólnej oceny jakości życia, wartości wskaźników zostały zsumowane wykorzystując metodę liniowej sumy ważonej (ang. Weighted Linear Combination). Ocena powstała jako suma iloczynów wartości poszczególnych wskaźników i odpowiadających im wag (Drobne, Lisec, 2009).

Na rysunkach 3-4 przedstawiono wynikowe mapy dla każdej kategorii będącej celem pośrednim analizy oraz ostateczną ocenę w postaci ogólnego wskaźnika jakości życia. W ogólnej ocenie jakości życia najwyższy wynik uzyskała gmina Małków (ocena 0,53), niewiele wyprzedzając Daleszyce (0,52) i Morawicę (0,50). Najłabiej wypada gmina Górno (0,27). Kielce z wynikiem 0,33 znajdują się na ósmym miejscu. Analizy obrazują zróżnicowany charakter i funkcje badanych jednostek. Kielce w tym zestawieniu pełnią rolę dużego miasta, którego największą zaletą są oferowane mieszkańcom usługi. Rozwój miasta, w tym zagęszczanie szarej infrastruktury, ma negatywny wpływ na środowisko, którego jakość jest oceniana lepiej w mniejszych gminach z większymi obszarami naturalnymi.

Opracowane wskaźniki zostały zaprezentowane w formie panelu wykorzystując aplikację ArcGIS Dashboard. Serwis dostępny jest pod [linkiem](#). Na ryc. 5 zaprezentowano widok panelu.

Panel składa się z trzech głównych elementów: mapy prezentującej w postaci kartogramu wskaźniki jakości życia w Kieleckim Obszarze Funkcjonalnym, wykresu słupkowego ze wskaźnikami ogólnymi oraz kartogramu miasta Kielce przedstawiającego wybrane wskaźniki. W przypadku Kielce zaprezentowano wskaźniki wyznaczone na podstawie BDOT10k, które były możliwe do obliczenia w podziale na obwody spisowe i rejony statystyczne.

## 6. WNIOSKI I PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że Baza Danych Obiektów Topograficznych i Bank Danych Lokalnych mogą być dobrą podstawą do wyznaczenia wybranych wskaźników równoważonego rozwoju i jakości życia. Są to bazy ogólnodostępne i prowadzone według spójnych wytycznych, co sprawia że są szybkim i wygodnym, a także pewnym źródłem danych.

Analiza BDOT10k i BDL wykazała, że bazy te mogą być wykorzystane do oceny jakości życia. BDOT10k jest odpowiednim źródłem danych o fizycznych obiektach występujących w przestrzeni, takich jak np. budynki i budowle. Zwłaszcza budynki są szczegółowo opisane pod względem pełnionej funkcji. Model danych przewiduje ponad 160 funkcji szczegółowych obiektu, co ma znaczenie w analizowaniu dostępności usług oferowanych przez miasto. BDOT10k jest również dobrym źródłem informacji o pokryciu terenu. Występujące w bazie klasy obiektów dobrze opisują teren na podstawie jego fizycznych cech. Istotną kwestią do rozważenia jest aktualność danych. Cykl aktualizacji BDOT10k jest wciąż zbyt długi i różny dla różnych klas. Warte rozważenia zatem są podejścia do automatycznej aktualizacji bazy danych w oparciu o dane teledetekcyjne (Pluto-Kossakowska, Kamiński, 2022).

Główny potencjał wykorzystania BDOT10k tkwi w tym, że jest to baza danych zachowująca ciągłość przestrzenną, obejmująca zasięgiem cały kraj. Dane pochodzące z BDOT10k można bez problemu agregować do dowolnych jednostek, np. miast, dzielnic, osiedli. Należy jednak pamiętać,

że wskaźniki to zazwyczaj miary względne, tzn. prezentują dane w przeliczeniu na jednostkę odniesienia. Mogą to być jednostki powierzchni np. kilometry kwadratowe lub wyrażenie w postaci procentu ogółu. W normie ISO 37120 wiele wskaźników definiowanych jest w odniesieniu do liczby ludności (np. tereny zielone na 100 000 mieszkańców, liczba metrów kwadratowych publicznej wewnętrznej przestrzeni rekreacyjnej na mieszkańca). W praktyce szczegółowość danych jest zależna od poziomu agregacji danych o liczbie ludności. Utrudnia to analizę rozkładu przestrzennego danego zjawiska na mniejszych obszarach, np. w obrębie miasta. Najdokładniejsze dane o rozmieszczeniu ludności zbierane przez Główny Urząd Statystyczny wykorzystują podział na obwody spisowe, które tworzą większe jednostki – rejonów statystycznych. Dane są gromadzone w ramach Narodowego Spisu Powszechnego, który odbywa się co około 10 lat. Tymczasem zaleca się aby wskaźniki dotyczące rozwoju miasta oraz jakości życia były raportowane w ujęciu rocznym. System rejonów statystycznych i obwodów spisowych jest aktualizowany co kwartał na podstawie m.in. wykazów oddanych do użytku budynków i mieszkań oraz ich ubytków sporządzanych na podstawie ewidencji gruntów i budynków. W ten sposób wprowadza się zmiany w zasobach mieszkaniowych oraz szacunkowym zaludnieniu poszczególnych rejonów i obwodów. Aktualne szacunkowe dane o rozmieszczeniu ludności GUS udostępnia na zamówienie, po złożeniu odpowiedniego wniosku. Granice obwodów spisowych i rejonów statystycznych są spójne z granicami jednostek podziału terytorialnego oraz obrębami stosowanymi w ewidencji gruntów i budynków. Nie zawsze jednak pokrywają się z wydzielonymi obszarami wewnątrz miasta, np. osiedlami czy jednostkami planistycznymi.

Bank Danych Lokalnych stanowi bogatą bazę danych, w której można odnaleźć wiele statystyk, na podstawie których można wyznaczyć wskaźniki charakteryzujące miasto. Przede wszystkim są to dane o tematyce demografii, ale również warunków mieszkaniowych czy usług publicznych. Stwierdzono jednak, że wskaźniki wyznaczone na podstawie BDL nie umożliwiają badania zmienności przestrzennej zjawisk w obrębie miasta. Dane statystyczne są gromadzone w granicach jednostek administracyjnych (gmin, powiatów, województw). Informacje są dostępne dla całego miasta, ale nie jest możliwe wskazanie wewnątrz niego zróżnicowania intensywności zjawiska, a tym samym zlokalizowania potencjalnych obszarów problemowych. Ponadto, niektóre statystyki są udostępniane tylko w podziale na powiaty, co uniemożliwia ich wykorzystanie na poziomie gmin.

Jakość życia jest pojęciem bardzo złożonym, na który wpływa wiele aspektów. W celu kompleksowej oceny tego zjawiska, warto uzupełnić analizy o najbardziej aktualne dane przestrzenne, takie jak ortofotomapa, chmura punktów, które mogłyby posłużyć np. do analiz rzeczywistego pokrycia szatą roślinną. W badaniach istotne mogą się okazać także dane specjalistyczne, takie jak dane o zanieczyszczeniach powietrza pochodzące z Głównego Inspektoratu Środowiska. Inne potencjalne źródła danych to Urząd Miasta czy Zarząd Transportu Miejskiego, które dotyczyłyby dostępności komunikacji publicznej, rozmieszczenia ścieżek rowerowych. Niemniej, Baza Danych Obiektów Topograficznych i Bank Danych Lokalnych stanowią dobry punkt wyjścia do badań nad zrównoważonym rozwojem i jakością życia w wybranych aspektach. Ponieważ obie te bazy gromadzą dane dla całego kraju, przedstawiona w artykule metodyka wyznaczania wskaźników jest uniwersalna i może być wdrożona w innych miastach.

## REFERENCES

- Borys, T., Rogala P. (eds.) (2008). *Quality of life at the local level – an indicator approach*. UNDP, Warsaw
- Ciepielewska, M. (2016). *Sustainable urban development as a response to the progressive urbanization processes* in: Dziuba, R., Szewczyk, M., Okraszewska, E. (eds.), *Economics of sustainable development. Society, Environment, Innovations in the Economy*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, pp. 65-74
- Drobne, S., Lisec, A. (2009). *Multi-attribute decision analysis in GIS: weighted linear combination and ordered weighted averaging*. *Informatica*, 33(4)
- Fijałkowska, J., Aldea, T. (2017). *Reporting on sustainable urban development and the ISO 37120 standard*. *Scientific Papers of the Wrocław University of Economics*, 478, 174-184
- Hajduk, S. (2016). *The concept of a smart city in urban management*. *Business, 26 management and education*, 14(1), 37

- Geoportal.gov.pl <https://www.geoportal.gov.pl/en/dane/baza-danych-objektow-topograficznych-bdot> (Accessed: 2022-05-21).
- GUGiK <https://www.gov.pl/web/gugik/aktualizacja-bazy-danych-objektow-topograficznych-bdot10k-dla-wybranych-obszarow-polski3> (Accessed: 2022-05-21).
- Kitchin, R., Lauriault, T.P., McArdle G. (2015). *Knowing and governing cities through urban indicators, city benchmarking and real-time dashboards*, Regional Studies, Regional Science, 2:1, 6-28
- Malczewski, J. (2006). *GIS- based multiple- criteria decision analysis: A survey of the literature*. International Journal of Geographical Information Science, 20(7), 703-726
- Malczewski J., Jaroszewicz J. (2018). *Podstawy analiz wielokryterialnych w systemach informacji geograficznej*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 89-116
- Malinowska, E., Kurkowska A. (2018). *The ISO 37120 standard is a tool for measuring the idea of sustainable urban development*. Scientific Notebooks of the Silesian University of Technology. Organization and Management, 18, 363–382
- Mierzejewska, L. (2010), *Sustainable development of the city: cognitive and practical issues*. Adam Mickiewicz University Scientific Press, Poznań.
- Nasza wspólna przyszłość: raport Światowej Komisji do Spraw Środowiska i Rozwoju* (1991). *Our common future: report of the World Commission on Environment and Development*. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Pluto-Kossakowska J., Kamiński M. (2022), *Analysis of the possibility of automatic detection of topographic objects on aerial and satellite VHR images*. Remote Sensing of the Environment vol. 62, pp. 5-15.
- Polish Committee for Standardization (2017). *PN-ISO 37120:2015-03 Social sustainability – Indicators of urban services and quality of life*.
- Regulation of the Minister of Development, Labour and Technology of 27 July 2021 on the topographic objects database and the database of general geographical objects, as well as standard cartographic studies (Journal of Laws of 2021 No. 1412).
- Saaty, T.L., (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York.

## O AUTORZE

**Zuzanna Michalska** – absolwentka wydziału Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej. Prowadzona działalność naukowa koncentruje się na praktycznym wykorzystaniu danych przestrzennych i budowaniu systemów GIS. Podejmowana tematyka badań naukowych związana jest z urbanistyką, krajobrazem miejskim oraz wpływem działalności człowieka na środowisko.

**Joanna Pluto-Kossakowska** – adiunkt w Politechnice Warszawskiej zatrudniona w Katedrze Fotogrametrii, Teledetekcji i Systemów Informacji Przestrzennej. Uczestniczy w projektach dydaktycznych i badawczych związanych z teledetekcją i GIS. Interesuje się technikami teledetekcyjnymi, przetwarzaniem obrazów satelitarnych oraz metodami ich interpretacji, a także wykorzystaniem w analizach przestrzennych, modelowaniu i aktualizacji baz danych.

## AUTHOR'S NOTE

**Zuzanna Michalska** – a graduate of the Faculty of Geodesy and Cartography of the Warsaw University of Technology. The conducted scientific activity focuses on the practical use of spatial data and building GIS systems. The subject of scientific research is related to urban planning, urban landscape and the impact of human activity on the environment.

**Joanna Pluto-Kossakowska** – assistant professor at the Warsaw University of Technology, employed at the Department of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Systems. Participates in teaching and research projects related to remote sensing and GIS. She is interested in remote sensing techniques, satellite image processing and interpretation methods, as well as in spatial analysis, modeling and database updating.

Contact | Kontakt: [zuzanna.michalska.stud@pw.edu.pl](mailto:zuzanna.michalska.stud@pw.edu.pl); [joanna.kossakowska@pw.edu.pl](mailto:joanna.kossakowska@pw.edu.pl)