

ARCHITECTURE

ARCHITEKTURA

LUCJAN WAŁAW KAMIONKA

DSc PhD Eng. Arch., KUT Professor

Kielce University of Technology

Faculty of Civil Engineering and Architecture

e-mail: luckam@tu.kielce.pl

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4290-0309>

MULTI-CRITERIA ASSESSMENT METHODS AND THEIR IMPACT ON THE ECOLOGICAL QUALITY OF THE BUILT ENVIRONMENT

METODY WIELOKRYTERIALNEJ OCENY I ICH WPŁYW NA JAKOŚĆ EKOLOGICZNĄ PRZESTRZENI ZABUDOWANEJ

ABSTRACT

This paper analyses multi-criteria methods for assessing sustainable buildings and their impact on the ecological quality of the built environment. The aim is to define assessment standards in multi-criteria methods and to demonstrate that civil structures designed and built in accordance with established standards and procedures increase the ecological value of the built environment and the comfort of the inhabitants within it. The methods chosen for the analysis were mainly those enjoying the greatest prestige among users, planners, designers and investors. Selected methods were analysed and verified to propose the author's building assessment model and verification thereof in the design process on the example of the presented projects. The building assessment methods analysed were shown to have a positive impact on the design process and the environmental quality of the built environment. Quality improvement takes place through: pro-environmental land use, improved energy and water efficiency, improved efficiency in the use of materials and resources, preference for local materials and technologies, preference for eco-innovation, increased comfort for users and residents and their participation in the design and evaluation process of the built environment.

A complementary objective is to promote knowledge of sustainable design methodologies that can result in the creation of environmentally friendly architecture that influences the quality of the residential environment and the comfort of residents.

Keywords: sustainable buildings, multi-criteria building assessment methods, assessment criteria, green built environment

STRESZCZENIE

W artykule dokonano analizy wielokryterialnych metod oceniających budynki zrównoważone i ich wpływ na jakość ekologiczną przestrzeni zbudowanej. Celem jest określenie standardów oceny w wielokryterialnych metodach oraz wykazanie, że obiekty zaprojektowane i wybudowane w zgodzie z ustalonymi standardami i procedurami zwiększają wartości ekologiczne przestrzeni zbudowanej i komfort funkcjonowania mieszkańców. Do analizy wybrano głównie metody cieszące się największym prestiżem wśród użytkowników, planistów, projektantów i inwestorów. Analiza i weryfikacja wybranych metod posłużyła do zaproponowania autorskiego modelu oceny budynków oraz jego weryfikacji w procesie projektowania na przykładzie zaprezentowanych projektów. Wykazano, że analizowane metody oceny budynków korzystnie wpływają na proces projektowania i jakość ekologiczną realizowanej przestrzeni zbudowanej. Poprawa jakości następuje poprzez: proekologiczne użytkowanie terenu, poprawę efektywności energetycznej i efektywności gospodarki wodnej, poprawę efektywności użycia materiałów i surowców, preferowanie materiałów i technologii lokalnych, preferowanie innowacyjności proekologicznej, zwiększenie komfortu użytkowników i mieszkańców oraz ich udział w procesie projektowania i oceny przestrzeni zbudowanej. Celem uzupełniającym jest propagowanie wiedzy z zakresu metodologii projektowania zrównoważonego, w wyniku czego mogą powstawać obiekty architektury proekologicznej wpływające na jakość środowiska mieszkaniowego i komfort funkcjonowania mieszkańców.

Słowa kluczowe: budynki zrównoważone, wielokryterialne metody oceny budynków, kryteria oceny, proekologiczna przestrzeń zbudowana



1. INTRODUCTION

The city of the future should be integrally linked to the theses of sustainable development (World Commission on Environment and Development, 1987). The cities of the future are to be characterised by an increase in the prosperity and quality of life of their inhabitants, as well as a harmonious combination of the built and natural environments. In the 1980s and later, methods for assessing buildings in terms of sustainability emerged.

The aim of this paper is to demonstrate that multi-criteria assessment methods influence, through the application of the standards they define, the ecological quality of built environment and the quality of urban functioning. The research problem identified in the presented paper involves methods for multi-criteria assessment of buildings in terms of sustainability and their impact on the ecological quality of the city. A complementary objective is to promote knowledge of sustainable design methodologies as a result of which this quality can be influenced indirectly.

The research method consists in the analysis of selected certification methods and procedures, defining criteria and determining the score value covering various conditions related to the ecological use of land, energy efficiency, water management efficiency, quality of raw materials and construction materials as well as the quality and comfort of using space. The scoring of buildings in terms of defined criteria enables the assessment of the quality of the built space.

Some of the most rapidly developing certification methods that have achieved global prominence include **LEED** (Leadership in Energy and Environmental Design) and **BREEAM** (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) to a lesser extent: **DNGB** (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) and **HQE** (Haute Qualite Environnementale) and others of lesser popularity.

The scope of the paper includes the analysis of selected methods of multi-criteria assessment and verification of their impact on the ecological quality of the built environment on the example of selected designs and projects.

Literature review — among the multitude of Polish researchers dealing with the quality of the built environment, those worth mentioning are: A. Baranowski (Baranowski, 1998), M. Stawicka-Wałkowska (Stawicka-Wałkowska, 2001), A. Panek (Panek, 2002), E. Niezabitowska (Niezabitowska and Masły, 2007), G. Schneider-Skalska (Schneider-Skalska, 2012), L. Kamionka (Kamionka,

2012; 2021), M. Jagiełło-Kowalczyk (Jagiełło-Kowalczyk, 2019), P. Horn (Horn, 2019), A. Augustyn (Augustyn, 2020), while among foreign researchers: W.D. Brwnind, D.L. Barnett (Brwnind and Barnett, 1995), as well as D. Anink (Anink, 1996) and H. Bennets, A. Redford (Bennets and Redford, 2004), H. Bott, G. Grassl, S. Anders (Bott, Grassl and Anders, 2019).

The characteristics of the literature on the subject are presented in: *Sustainable architecture and its standards on the example of selected assessment methods* (Kamionka, 2012, pp. 9–11); *Architecture in a sustainable cultural and natural environment* (L. Kamioka 2019, pp. 9–13); *Architecture in a Sustainable Environment. The Future Begins Today* (Kamionka 2021, pp. 9–13).

It should be emphasized that in the process of designing and assessing green architecture, architects play a significant role as creators and coordinators of the design process, in which aesthetic qualities constitute important criteria and which, due to the difficulty of codifying the assessment, are sometimes downplayed. It must be stressed that the architect's duty in the design process is to uphold aesthetic and humanistic values, which has been pointed out by numerous architects (Schneider-Skalska, 2012; Jagiełło-Kowalczyk, 2019; Kamionka, 2021).

2. ANALYSIS OF MULTI-CRITERIA BUILDING SUSTAINABILITY ASSESSMENT METHODS

The contemporary development of urban structures and the architecture that forms an important part of them is a complex and complicated process. The control of this process can no longer be based solely on traditional grounds such as the designers' intuition, talent and practical experience. These qualifications must be supported by impartial scientific knowledge of the relationship between humans and the wider environment. In the 1980s, academic analyses of issues related to the quality of the built environment and of decisions made in this aspect were carried out. In the 1980s and 1990s, research methods emphasizing sustainable development began to emerge with the aim of testing systems for assessing and improving the quality of buildings in terms of their environmental impact (Baranowski, 1998; Stawicka-Wałkowska, 2001; Niezabitowska and Masły, 2007; Kamionka, 2012; 2021).

The sustainable design and construction of buildings plays an important role. The importance of building assessment methods is steadily and significantly increasing. The European Community's

guidelines for 2020 expressed in the so-called Green Paper on Energy Efficiency (Green Paper on Energy Efficiency, 2005) stipulated:

- achieving potential savings of 22% in the area of energy used for heating, air conditioning, hot water and lighting in buildings;
- doubling the share of renewable energy sources from 6% to 12% of total electricity consumption;
- increasing the share of green electricity from 14% to 22% of total energy consumption;¹
- reaching a 6% share of biofuels in transport applications in the total volume of fuels consumed in Europe.²

European countries have already taken, and continue to take, a number of initiatives in the legal standardisation of the functioning of the human environment since the 1990s.

Prominent standards and legal acts on environmental management include:

- The British Standard BS 7750 — Specification for Environmental Management Systems (Municipal Engineer, volume 98, 193, pp. 119–123)
- Council Regulation No. 1836/93 — regulation allowing for non-compulsory participation of industrial sector companies in the ecological management system,
- ISO 14000 set of standards.³

When analysing attempts to codify and define building assessment standards, it is important to bear in mind that the developed methods and certification programmes are subject to continuous development and improvement and that they are open. All the methods analysed are conducive to improving the parameters of the sustainable environment and enhancing its quality.

A selection of key methods for assessing architectural structures in terms of quality and sustainability are summarized in Table 1.

Among the methods that assess architectural buildings in terms of sustainability, the most rapidly developing ones that have achieved global

prominence include LEED — Leadership in Energy and Environmental Design and BREEAM — Building Research Establishment Environmental Assessment Method. The LEED method is dominant worldwide, while in Europe the most popular ones are the BEEAM method and, although to a much lesser extent, DGNB — Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen and LEED. In Poland, the predominant assessment method is BREEAM, followed by LEED and, to a much lesser extent, DGNB and HQE — Haute Qualite Environmentale. The DGNB method has attracted the interest of professionals; nevertheless, the certification process is still in its early stages. Other methods have either not reached international prominence (HQE, for example), or have not found widespread practical application (like E-Audit). Ill. 1 shows the quantitative proportions of the use of assessment methods and certificates awarded worldwide.

Ill. 2 shows the share of application of assessment methods for the certificates awarded in Europe.

Ill. 3 shows the share of application of assessment methods for the certificates awarded in Poland.

In Poland, the predominant certificates are BREEAM — 81.00%, LEED — 15.70% and to a much lesser extent DGNB — 1.1%, HQE — 0.4%. Other building assessment methods together account for 1.8% of the total.

Regional building certification activity in Poland varies. The definitive leader in 2022 was the Masovian Voivodeship with over 570 certificates. In the Lesser Poland and Silesian voivodeships, less than 150 certificates, respectively, were awarded, while in the Lower Silesian, Greater Poland and Łódź — less than 100. In other voivodeships, it ranged around 30 and below.

Table 2 shows regional activity in obtaining certificates (based on data from the PLGBC — Report 2022).

2.1. LEED method and certification

According to the LEED method, the assessment of buildings and their qualification can take place in two stages:

- at the design stage,
- after completion of the project.

The staged assessment enables efficient organization of the award of the certificate and correction of deficiencies from the initial design stage.

A method developed by the US Green Building Council (Reference Guide. Core & Shell Development. LEED. USGBC) establishes seven main assessment criteria.

¹ According to the Statics Poland's data (16.12.2021), the share of renewable energy in gross final energy consumption amounted to 16.13% in 2020.

² According to a report by the Polish Organisation of Oil Industry and Trade, the share of green energy in powering the transport in Poland amounted to 6.58% in 2020 (accessed: 7.02.2023).

³ ISO 14001-14004 standards concern the implementation, conduct and control of environmental policies by manufacturing companies; ISO 14020-14024 standards concern the eco-labelling of construction materials and products ISO-14040-14043 concern the assessment of the environmental impact of construction throughout the throughout the product manufacturing cycle.

Table 1. Selected methods for assessing buildings, architectural structures (by L. Kamionka).

No.	Assessment method/programme	Purpose/scope	Creators of the method/programme	Inception
1.	POE (Post-Occupancy Evaluation)	Improving the quality of the built environment	W.F.E. Preiser, H. Rabinowitz E. White	The 1980s
2.	BPE (Building Performance Evaluation)	Improving the quality of decision-making	W.F.E. Preiser, J. Vischer	The 1980s
3.	BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)	Sustainability assessment of a building	BRE Building Research Establishment (United Kingdom)	1990
4.	BEPAC (Building Environmental Performance Assessment Criteria)	Sustainability assessment of a building	The programme was developed in Canada, modelled on the BREEAM programme	1993
5.	LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)	Sustainability assessment of a building	US Green Building Council (USGBC)	1993
6.	HQE (Haute Qualite Environnementale)	Sustainability assessment of a building	Association pour la HQA (France)	1996
7.	Green Building Challenge (GBC)	Sustainability assessment of a building	The programme was developed by an international team	1998
8.	E-Audit	Environmental building impact assessment	A. Panek — ITB Poland	2002
9.	Green Building (EU)	Energy efficiency, sustainability	National Contact Point (EU)	2005
10.	DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen)	Sustainability assessment of a building	DGNB, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung	2009.

A certain number of points can be scored in each criterion depending on the quality achieved:

- Sustainable Sites — maximum number of points — 26,
- Water Efficiency — maximum number of points — 10,
- Energy and Atmosphere — maximum number of points — 35,
- Materials and Resources — maximum number of points — 14,
- Indoor Environmental Quality — maximum number of points — 15,

- Innovation — maximum number of points — 6,
- Regional Priority — maximum number of points — 4.

The number of points scored depends on the quality score of the building being assessed, while the certification level is determined by the total points received.

The number of points scored determines the standard of the green architecture and the level of certification obtained.

LEED certification operates mainly in the United States, but it is important to note the growing interest in

Table 2. Regional certification activity (based on data from the PLGBC — Report 2022).

VOIVODESHIP	MASOVIAN	LESSER POLAND	SILESIAN	LOWER SILESIAN	GREATER POLAND	ŁÓDŹ	WEST POMERANIA	KUYAVIAN AND POMERANIAN	SUBCARPATHIAN	LUBLIN	LUBUSZ	WARMIAN-MASURIAN	PODLASKIE	OPOLE	HOLY CROSS
Number of buildings	572	130	125	122	99	89	34	20	15	14	12	8	7	7	3
Percentage share in the certification process [%]	45.5	10.4	10.0	9.8	8.0	2.7	1.6	1.2	1.1	1.1	0.9	0.6	0.5	0.5	0.2

Europe, the Middle East and Africa. As a programme that comprehensively addresses sustainability, LEED is gaining increasing interest and prestige among investors, developers and architects. Currently, qualification proceedings for certification are underway in many countries on different continents.

2.2. BREEAM method and certification

The BREEAM method was developed in the UK in 1990 (BREEAM 1,2,3/1990). The building assessment method and certification programmes are updated periodically. The assumptions of the method establish a two-stage assessment procedure at the stages of:

- design,
- construction and after its completion.

The assessment uses three levels of environmental impact:

- global,
- local,
- internal.

BREEAM can be used to assess various buildings.⁴ Outside the UK, it is being tested on environmentally friendly architecture designed and built in Europe as well as on other continents.

⁴ The standards developed include the assessment of new office, retail buildings, single-family houses and adaptation of existing buildings to the principles of sustainable development.

BREEAM sets criteria for the performance of an architectural structure or group of buildings in relation to their surroundings in terms of sustainability in eight main assessment criteria in which a maximum percentage score can be obtained:

- management — 12%,
- health and wellbeing — 15%,
- energy — 19%,
- transport — 8%,
- water — 6%,
- materials — 12.5%,
- land use and ecology — 10%,
- pollution and waste — 17.5% (10 and 7.5%)
- and in addition
- innovation — 10%.

The BREEAM method standards are achieved by a significant proportion of newly constructed office buildings in the UK. Mainly due to the requirements of project sponsors and the companies renting these facilities.

2.3. Other selected methods and certificates

Other important methods for assessing sustainable buildings include:

- DGNB — Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen method
- HQE — High Quality of Environment method
- and additionally the author's method
- based on the principles set out in the above-mentioned methods and which seeks to

improve the assessment procedure mainly in terms of social participation in the design process and raising standards of user comfort and aesthetic value.

The DGNB method — the German Sustainable Building Certificate — was developed by the German Sustainable Building Council (**DGNB**) together with the Federal Ministry of Transport, Building and Urban Development (BMVBS), for use as a planning and building assessment tool.

It is a very clear and easy-to-understand assessment system that covers all relevant topics of sustainable construction. Six areas are assessed: ecology, economics, socio-cultural factor and functional topics such as technology, processes and location. Due to the criteria, this certification is applicable to virtually any type of building. In the **DGNB** certification (Møller 2018), there are only two critical requirements and failure to meet any of them precludes further certification of the building. They concern the amount of VOCs in the air and facilities for people with disabilities. It should be noted that this is the only multi-criteria system that places such a high value on facilities for people with disabilities.

During certification, points are awarded in six categories, namely:

- environmental issues,
- economic issues,
- socio-cultural issues,
- technical and technological issues,
- planning processes,
- location and quality of the construction site.

The HQE method was developed for building owners, managers, users, developers and project sponsors, as well as urban planners and local authorities. It is a label (not a standard) that confirms that the project owner's initiative to achieve the given objectives for a sustainable building or area has been successful. This approach allows **HQE** to be applied in different parts of the world, regardless of the nature of the prevailing regulatory, cultural or climatic conditions. **HQE** applies to residential, commercial, public and service buildings in all stages of their life cycle: designed, modernized and already in use and also to urban elements: neighbourhoods, clusters, campuses (Bidou, 2006).

Cerway⁵ has created generic certification schemes, adaptable to any national specification: climate, regulation, organizational system and the way the construction process is carried out. The project team sets its own objectives within the

scheme and has the freedom to choose architectural and technical solutions. These objectives are then assessed according to the requirements of the certification scheme or, if necessary, according to the principles of equivalence.

The human-centred activities in the HQE programme include:

- appropriate orientation of apartments,
- optimisation of daylight and views,
- use of hypoallergenic materials,
- improved thermal and acoustic insulation of apartments,
- emphasis on space quality, air quality and odour comfort,
- solutions to ensure the safety of residents,
- development of the plot to ensure a friendly environment.

The author's original method (Kamionka, 2021) distinguishes seven main evaluation criteria:

- pro-ecological land use
- energy efficiency
- efficiency of water and wastewater management
- usage efficiency for materials and consumables
- local preferences, pro-ecological innovativeness of solutions
- usage comfort
- aesthetics

The problem scope of the codified environmental standards for building assessment is shown in Ill. 5.

The sustainable building assessment method singles out the sector for social factor participation (users, residents) through specialized consultation with the developer and designers. As practice has shown, the participation of the social factor in the design process influences the building user comfort and the aesthetic qualities of the designed architectural structures. The social factor assists the architect in creating these values (the investor, as practice has shown, is often more interested in the 'economic sphere').

The author's model for assessing a sustainable building in diagrammatic form is shown in Ill. 5.

The operation of the presented model under the conditions of design activities and teaching in the process of teaching sustainable design has been tested with satisfactory results. The analysed selected examples of projects and construction of buildings in accordance with the standards of sustainable development had a positive impact on the ecological quality of built-up space, which is defined by the parameters and standards for specific conditions of sustainable design (Kamionka, 2012; 2021).

These conditions relate to environmentally friendly land use, energy efficiency (including the

⁵ Cerway is the only operator of the global HQE™ offering outside France.

use of renewable energy sources), water management efficiency (including the use of rainwater and grey water, materials and raw materials use efficiency, preference for recycling and local materials and technologies, the introduction of innovative and pro-ecological solutions, improved comfort of the user and residents, and aesthetic values that are difficult to codify, where the inclusion of the social factor is important.

In order to ensure the ecological quality of the built space, point values of individual criteria were determined in accordance with the presented model — Ill. 5, (Kamionka, 2019, pp. 80–85; 2021, pp. 68–72), for example:

In the criterion of ecological use of land, three basic conditions have been distinguished in which a certain number of points can be obtained.

Condition 1 — selection of the site in ecological terms — 6 points

The following were evaluated:

the quality of the natural and cultural environment, natural and cultural context — from 0 to 4 points
area revitalization aspect — from 0 to 2 points

Condition 2 — location of the facility and terrain — 6 points

where the following was evaluated:

insolation aspect — from 0 to 2 points

protection against the weather

(wind, temperature inversion) — from 0 to 2 points

invasiveness of development — from 0 to 2 points

Condition 3 — circulation system, pro-ecological preferences — 12 points

where the following was evaluated:

preferences for public transport — from 0 to 4 points

preference for cycling — from 0 to 4 points

other pro-ecological initiatives

(in terms of circulation) — from 0 to 4 points

The number of points possible to obtain in the criterion of ecological land use is 24 points. The scoring principle for the individual criteria examined is shown in Ill. 5.

The scoring method is not perfect, the discretion in assigning points may raise objections — but it should be noted that certification procedures of international importance, such as: LEED, BREAM, also use the scoring method as meeting practical assumptions. The presented assessment methods as well as the author's method should be subject to successive verification processes depending on the conditions.

It should be emphasized that the problem of assessing the quality of the built space can be considered on the scale of the facility and its surroundings, on a scale covering larger areas built on the scale of the city.

3. SELECTED EXAMPLES OF BUILDING DESIGNS AND CONSTRUCTION IN LINE WITH SUSTAINABLE DEVELOPMENT STANDARDS

Selected examples of designs and buildings completed to the standards of the selected methods are presented below:

- Energis teaching and laboratory building of the Faculty of Environmental Engineering, Geomatics and Energy of Kielce University of Technology — completed in 2012 in accordance with environmental standards, not certified (the project sponsor did not apply for a certificate).
- Student design of an architecture pavilion in terms of sustainable design requirements, located in Kielce — the design was developed at the Kielce University of Technology, Faculty of Construction and Architecture in 2018 (supervised by L. Kamionka, the design was based on the standards from the author's method).
- Silesia Business Park office complex in Katowice — completed in 2018.
- Silesia Business Park was awarded LEED Gold level certification in 2018.

3.1. Energis teaching and laboratory building of the Faculty of Environmental Engineering, Geomatics and Energy of Kielce University of Technology

The Energis teaching and laboratory building is located in the line of existing buildings, in the immediate vicinity of the Faculty of Construction and Architecture of the Kielce University of Technology and connected to it by a link. Architecturally, it complements the existing layout of the buildings. Building dimensions in plan: 42×19 m, height: 20 m, floor area: 4,831 m², volume: 21,211 m³. The building was constructed as a monolithic reinforced concrete structure. The external walls were insulated with 20 cm thick polystyrene, while the flat roof was insulated with 35 cm thick polystyrene. The heat transfer coefficients for the walls, roof, floors on the ground and windows are close to those applicable to a passive building. The facility complies with low-energy building standards. Energis was equipped with 20 kW solar panels (4 units), 110 kW heat pumps (4 units), geothermal probes (16 units) and a deep well for two heat pumps.

The facility uses solar energy devices (photovoltaic cells, solar panels) and energy stored in the ground and air (heat pumps, recuperators). The use of the latest technology in terms of energy efficiency, BMS control installation and excellent quality thermal insulation materials has allowed:

- the building to be significantly self-sufficient in terms of energy,
- reduction of energy losses,
- minimizing emissions to the environment,
- managing and supervising the operation of equipment and installations for optimal energy use.

All this affects the quality of the built environment.

The teaching and laboratory building is designed to include lecture rooms, lecture theatres, classes and project rooms, seminar rooms, computer rooms, laboratory rooms and a presentation room (a total of 22 teaching rooms), as well as offices, laboratory facilities and rooms for lecturers. One of the teaching rooms, connected to the outdoor terrace, has been adapted for the presentation of the technical solutions used in the facility. It was ensured that the functioning of the applied automation and equipment control solutions could be observed and monitored for the purposes of analysing balances, energy gains and losses, and measuring and assessing environmental parameters. All teaching rooms have been equipped with computer workstations and multimedia audio-visual equipment to enable teaching as well as conducting scientific research with the participation of students. The completed building is an example of a sustainable smart building, using the state-of-the-art energy-saving technologies. It features innovative solutions for heat extraction and storage, as well as modern information technology for control and monitoring purposes. The building houses four well-equipped teaching and research laboratories, i.e., for renewable energy sources, smart systems, heat exchange and heat recovery, as well as an eco-engineering laboratory for global warming and CO₂ reduction.

The building was designed and constructed in accordance with the principles of sustainable development (the consultants for the project were the teaching and research staff from the University of Technology: J. Piotrowski, L. Kamionka).

It should be noted that the rather costly steps to obtain a certificate confirming compliance with the standards of a specific assessment method have not been taken. This was not the aim of the project in this case.

3.2. Design of architecture pavilion located in Kielce at the Campus of Kielce University of Technology in terms of sustainable design requirements

Among the selected student designs in terms of sustainable design,⁶ the design of the architecture

pavilion developed by student Justyna Rosińska (supervised by L. Kamionka) was presented. The design goal was to create a facility that meets the requirements of sustainable design, i.e., a building that is ecological, shaped according to ergonomic principles, has high utility and aesthetic qualities and meets ecological and economic rigour.

The design of the architecture pavilion located on the Campus of the Kielce University of Technology by student Justyna Rosińska meets the defined standards. The spatial idea of the building as well as the landscaping of the plot are coherent and expressive. The designed building has four storeys. The design uses innovative spatial solutions, employing innovative technologies, i.e. photovoltaic cells, heat pumps, wind turbines, and computer control to help the equipment function optimally. The internal and external spaces were integrated with ‘horizontal’ and ‘vertical’ greenery systems. Much attention has been paid to user comfort. The design process used principles and models developed by the author. The design has not been built.

The pavilion building is a detached four-storey building with a green roof. The form harmonizes with the campus environment. The building is formed by two intersecting rectangular prisms. The southern facades are glazed, while the northern ones are ‘closed’. Fibre-cement panels were used as the main finishing element. The first floor features a multifunctional area and a large, spacious foyer — designed for recreation, leisure, workshops and exhibitions. Staff rooms and teaching/computer rooms are located on the north side of the building. Usable floor area of the building: 3,281.2 m², Total floor area of the building: 3,529.1 m², Building volume: 11,189.3 m³.

3.3. Silesia Business Park office complex in Katowice

The Silesia Business Park office building complex is located along Chorzowska Street in Katowice. The designer of the architectural complex was Medusa Group (arch. Przemysław Łukasik, arch. Łukasz Zagala), the investor was Skanska Property Poland and the general contractor was Skanska. The project was consulted in terms of multi-criteria methods procedures at the design office of the Skanska Kielce branch (one of the team members was L. Kamionka). Construction of the complex took place between 2013 and 2018. The usable area of the twelve-storey buildings is 46,000 m², including office space of 42,680 m², retail space of 35,400 m²; building volume: 309,563 m³. The car parks have 600 parking spaces. The complex is equipped with 20 lifts. The

⁶ More student designs developed according to sustainable standards can be found in: Kamionka, 2021; Abyzov, Kamionka (eds.), 2022.

project is located on the site of the former Baildon steelworks. The first office building was completed in October 2014, the second at the end of the third and beginning of the fourth quarter of 2015 and the third office building in August 2018. The structural height of the building is 55 m. The complex consists of twelve above-ground floors and two underground floors.

The office building is powered by renewable electricity. In addition, thanks to the solutions used and the LED lighting in the common areas, energy consumption is around 28% lower compared to the reference buildings. The building also stands out for its lower CO₂ emissions and water savings of 50%. Silesia Business Park was awarded LEED gold level certification in 2018.

4. RESULTS, SUMMARY, CONCLUSIONS

The most commonly awarded certifications in Poland based on multi-criteria building assessment procedures in 2022 were:

- BREEAM — approx. 81 %
- LEED — approx. 16 %

and

- DGNB — 1.1%
- NQE — less than 0.4%

other methods approx. 1.8 % of the total.

The assessment methods define point values for individual standards and categories, which are determined by an expert committee and depending on the number of points scored, the quality of the certificate is assigned.

The analysis presented showed that the design and construction of buildings in accordance with the standards of multi-criteria assessment methods affects the ecological quality of the built space in terms of sustainable development, increasing its values.

Based on the analysis, an attempt was made to build a building assessment system, a built space that can be used in any design process (without the need to apply for an expensive certificate).

In the developed model, the following problems were defined:

- pro-ecological use of land,

- energy efficiency and water management efficiency,
- efficiency of the use of materials and raw materials,
- user and inhabitant comfort of the built space.

It should be emphasized that the problems are difficult to define are aesthetic values and the organization of the participation of the social factor. However, this participation is important and should be taken into account in the design and evaluation process.

The applied method of scoring the ecological quality of the building and the built environment is not perfect, reservations can be raised as to the discretion in awarding points.

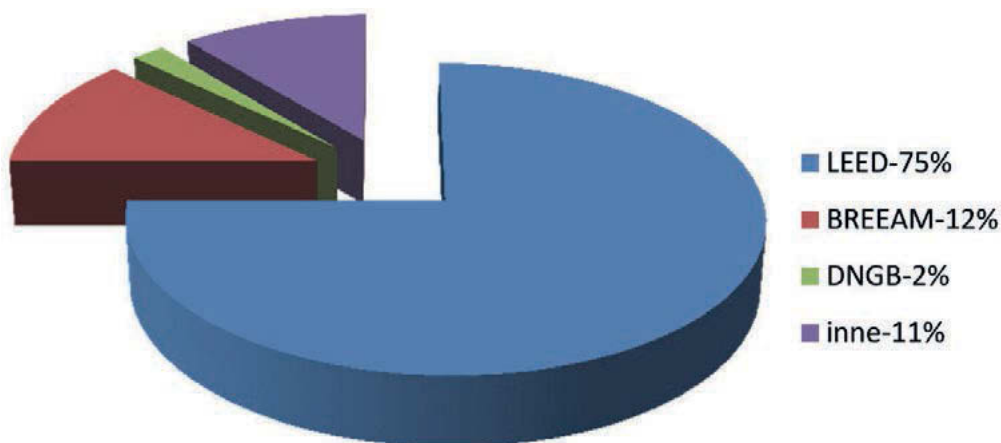
It should be noted that certification procedures based on widely recognized methods such as LEED, BREAM also use the point method as meeting practical assumptions. The presented assessment methods as well as the author's method should be subject to successive verification processes, depending on the conditions.

The research and analysis presented here provide insight into the thematic area under discussion. The results should be a signal for a wider introduction of multi-criteria methods to design and project evaluation in the pro-ecological aspect.

Sustainable buildings designed and constructed in accordance with the conditions of the presented multi-criteria assessment methods affect the pro-ecological quality of the built space as well as its usable comfort and aesthetic values.

The promotion of sustainable building assessment methods and procedures for gaining pro-environmental certification are worthy of dissemination for the sake of the quality of the built space. Assessment methods are constantly developed and improved. The author's model for assessing a sustainable building has been positively verified during the design and construction process (Energis-Kielce educational building) as well as during teaching at the university as part of sustainable design.

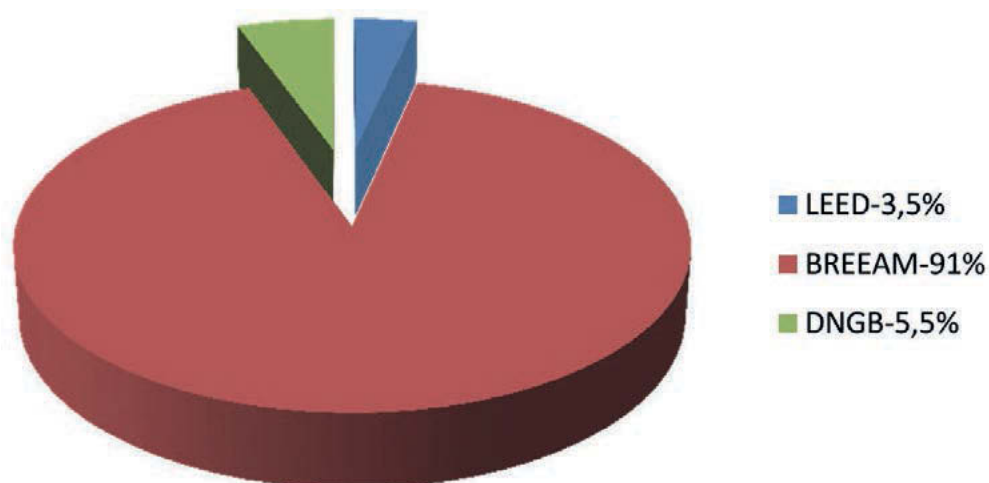
The analysis demonstrates that the methods presented for assessing buildings in terms of sustainability should be recommended as a factor that influences the quality of the built space and of the city's functioning.



III. 1. Share of green certificates awarded worldwide.

II. 1. Proporcje ilościowe przyznanych certyfikatów ekologicznych na świecie.

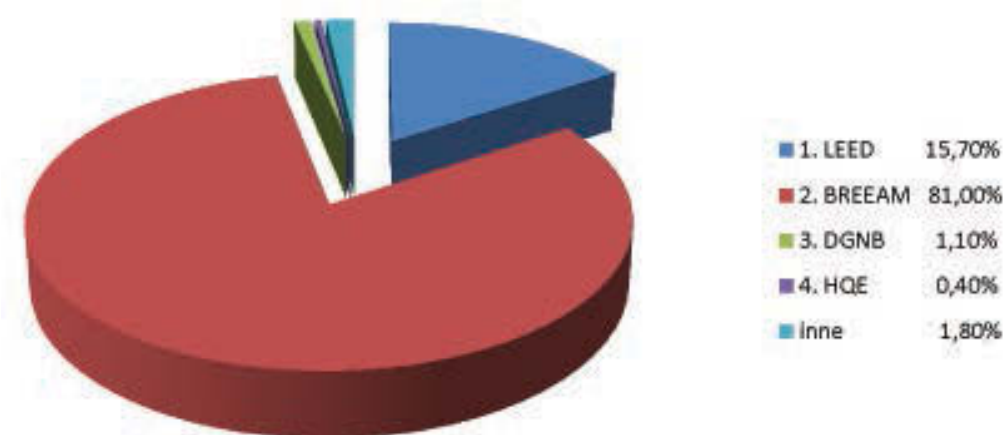
Source/Źródło: based on Colliers international, <https://www.colliers.com/pl-pl> (accessed: 31.08.2023).



III. 2. Share of green certificates awarded in Europe.

II. 2. Proporcje ilościowe przyznanych certyfikatów ekologicznych w Europie.

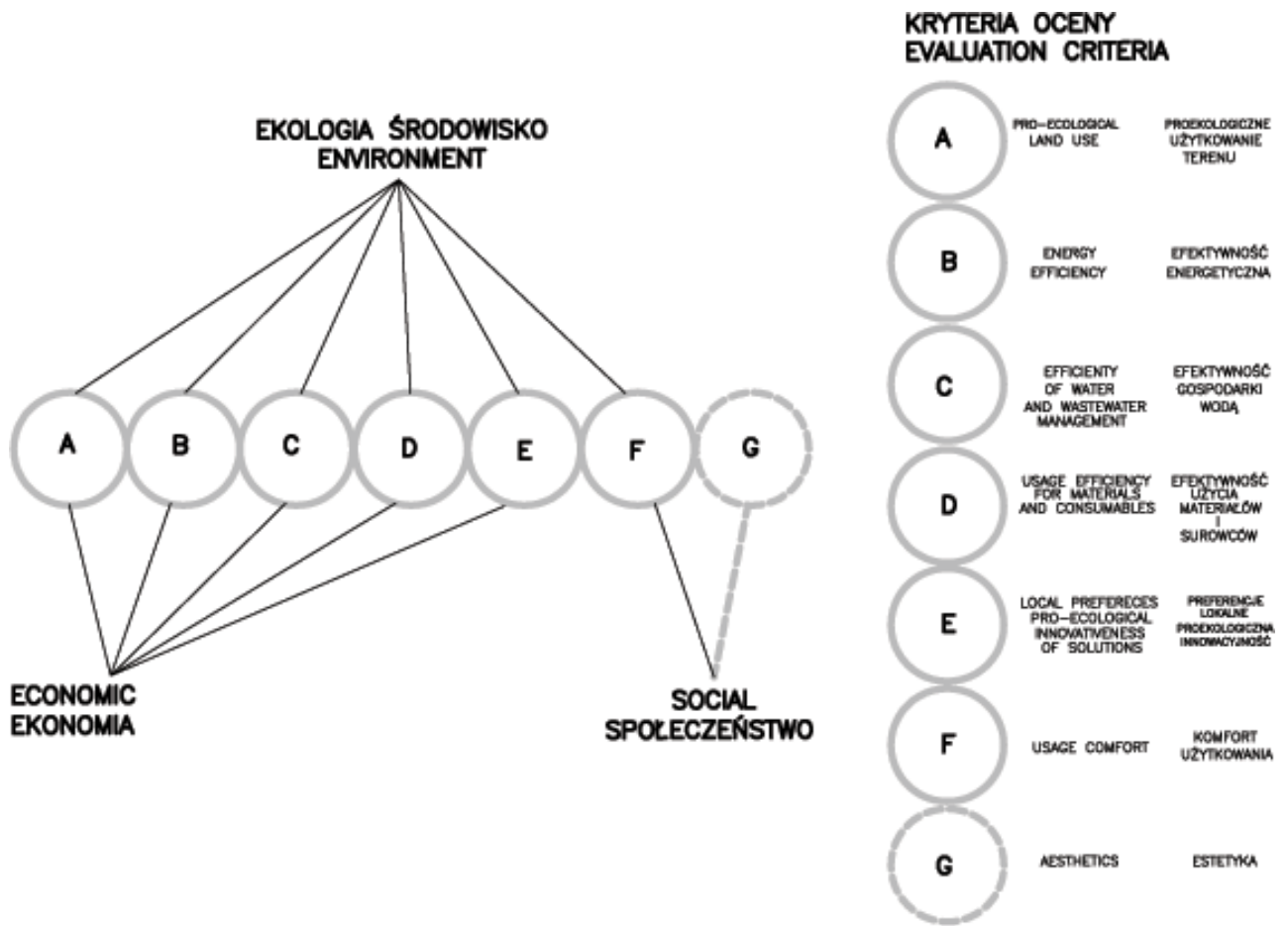
Source/Źródło: based on Colliers international, <https://www.colliers.com/pl-pl> (accessed: 31.08.2023).



III. 3. Share of green certificates awarded in Poland.

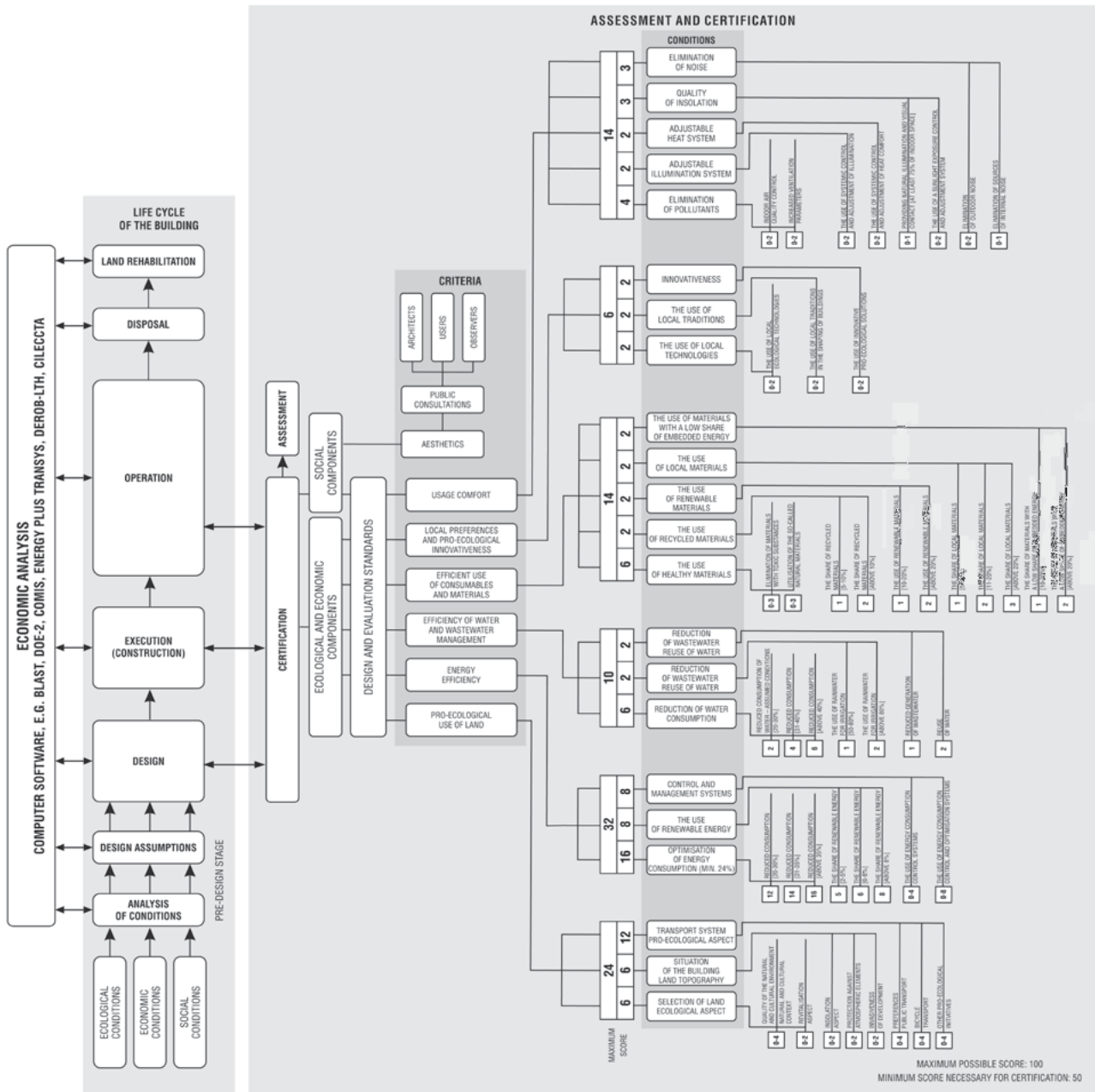
II. 3. Proporcje ilościowe przyznanych certyfikatów ekologicznych w Polsce.

Source/Źródło: based on Raport Roczny PLGBC 2022 (2023).



III. 4. Problem scope of codified environmental standards for building assessment (compiled by L. Kamionka).

II. 4. Zakres problemowy skodyfikowanych standardów ekologicznych oceny budynku (oprac. L. Kamionka).



III. 5. Sustainable building assessment model (compiled by L. Kamionka).

II. 5. Model oceny budynku zrównoważonego (oprac. L. Kamionka).



Ill. 6. Energis teaching and laboratory building, Kielce University of Technology. View from Warszawska Street (author's collection)

Il. 6. Budynek dydaktyczno-laboratoryjny Energis, Politechnika Świętokrzyska w Kielcach. Widok od strony ulicy Warszawskiej (zbiory własne).



Ill. 7. Design of the architecture pavilion in terms of sustainable design requirements, located in Kielce, Kielce University of Technology Campus (design work by student K. Huk, Faculty of Construction and Architecture, Kielce University of Technology, supervised by L. Kamionka)

Il. 7. Projekt pawilonu architektury w aspekcie wymogów projektowania zrównoważonego zlokalizowany w Kielcach, Kampus Politechniki (praca projektowa studentki K. Huk, Wydział Budownictwa i Architektury Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach, opieka merytoryczna L. Kamionka).



III.8. Silesia Business Park office complex in Katowice — bird's eye view

II. 8. Zespół biurowców Silesia Business Park w Katowicach — widok z lotu ptaka.

Source/Źródło: <https://katowice24.info>.

1. WPROWADZENIE

Miasto przyszłości powinno być integralnie powiązane z tezami rozwoju zrównoważonego (*Our Common Future*, 1987). Miasta przyszłości mają cechować się wzrostem dobrobytu i jakości życia ich mieszkańców, a także harmonijnie łączyć środowisko zurbanizowane ze środowiskiem naturalnym. W latach osiemdziesiątych XX wieku oraz w okresie późniejszym powstawały metody oceny budynków w aspekcie zrównoważonego rozwoju.

Celem pracy jest wykazanie, że wielokryterialne metody oceny, poprzez zastosowanie zdefiniowanych w nich standardów i przypisanie im wartości punktowych, wpływają na jakość ekologiczną przestrzeni zabudowanej. Problem badawczy określony w prezentowanym artykule obejmuje metody wielokryterialnej oceny budynków w aspekcie zrównoważonego rozwoju i ich wpływ na jakość ekologiczną przestrzeni zbudowanej. Celem uzupełniającym jest propagowanie wiedzy z zakresu metodologii projektowania zrównoważonego, w wyniku czego można oddziaływać pośrednio na tę jakość.

Metoda badawcza polega na analizie wybranych metod i procedur certyfikacyjnych zbudowanych na ich podstawie, zdefiniowaniu kryteriów i ustaleniu wartości punktowych oceny obejmujących zróżnicowane uwarunkowania powiązane z ekologicznym użytkowaniem terenu, efektywnością energetyczną, efektywnością gospodarki wodnej, jakością surowców i materiałów budowlanych oraz jakością i komfortem użytkowania przestrzeni. Ocena punktowa budynków w aspekcie zdefiniowanych kryteriów umożliwia ocenę jakości przestrzeni zbudowanej. Do najbardziej dynamicznie rozwijających się metod, które osiągnęły znaczenie światowe należą **LEED** — Leadership in Energy and Environmental Design i **BREEAM** — Building Research Establishment Environmental Assessment Method, w znacznie mniejszym stopniu **DNGB** — Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen i **HQE** — Haute Qualite Environmentale oraz inne o mniejszej popularności.

Zakres pracy obejmuje analizę wybranych metod wielokryterialnej oceny i weryfikację ich wpływu na jakość ekologiczną przestrzeni zbudowanej na przykładzie wybranych projektów i realizacji.

Przegląd literatury — z rzeszy badaczy polskich zajmujących się problematyką jakości środowiska zbudowanego należy wymienić: Andrzeja Baranowskiego (Baranowski, 1998), Marię Stawicką-Wałkowską (Stawicka-Wałkowska, 2001), Aleksandra Panka (Panek, 2002), Elżbietę Niezabitowską i Dariusza Masłęgo (Niezabitowska, Masły, 2007),

Grażynę Schneider-Skalską (Schneider-Skalska, 2012), Lucjana Kamionkę (Kamionka, 2012, 2019, 2021), Magdalenę Jagiełło-Kowalczyk (Jagiełło-Kowalczyk, 2019), Pawła Horna (Horn, 2019), Annę Augustyn (Augustyn, 2020). Z badaczy zagranicznych na uwagę zasługują: William D. Browning, Dianna Lopez Barnett (Browning, Barnett, 1995), David Anink (Anink, 1996) oraz Hellen Bennets, Antony Redford (Bennets, Redford, 2004), a także Helmut Bott, Gregor Grassl, Stephan Anders (Bott, Grassl, Anders, 2019).

Charakterystykę literatury przedmiotu przedstawiono w następujących publikacjach: *Architektura zrównoważona i jej standardy na przykładzie wybranych metod oceny* (Kamionka, 2012, s. 9–11), *Architektura w zrównoważonym środowisku kulturowo-przyrodniczym / Architecture in a Sustainable Cultural-Natural Environment* (Kamionka, 2019, s. 9–13), *Architecture in a Sustainable Environment. The Future Begins Today* (Kamionka, 2021, s. 9–13).

Należy podkreślić, że w procesie projektowania architektury proekologicznej i jej oceny istotną rolę odgrywa architekt jako kreator i koordynator procesu projektowania, w którym istotnymi kryteriami są walory estetyczne, a te — ze względu na trudności w kodyfikacji oceny — bywają niekiedy umniejszane. Warto zauważyć, że powinnością architekta w procesie projektowania jest stanie na straży wartości estetycznych i humanistycznych. Podkreślali to liczni architekci, m.in. (Schneider-Skalska, 2012, Jagiełło-Kowalczyk, 2019, Kamionka, 2021).

2. ANALIZA METOD WIELOKRYTERIALNEJ OCENY BUDYNKÓW W ASPEKCIE ZRÓWNOWAŻENIA

Współczesny rozwój struktur miejskich i architektury, która stanowi ważny ich element, jest procesem złożonym i skomplikowanym. Kontrola tego procesu nie może się już opierać wyłącznie na tradycyjnych podstawach, takich jak intuicja projektantów, ich talent i praktyczne doświadczenie. Kwalifikacje te muszą być wspomagane przez obiektywną wiedzę naukową, dotyczącą relacji między człowiekiem a szeroko rozumianym środowiskiem. W latach 80. dokonano naukowej analizy zagadnień związanych z jakością środowiska zbudowanego oraz z jakością podejmowanych w tym aspekcie decyzji. W latach 80. i 90. zaczęły powstawać metody badawcze, które kładły nacisk na zagadnienia rozwoju zrównoważonego. Ich celem było testowanie systemów oceny i podnoszenia jakości budynków pod kątem ich wpływu na środowisko naturalne (Baranowski,

1998, Stawicka-Wałkowska, 2001, Niezabitowska, Masły, 2007, Kamionka, 2012, 2021).

Projektowanie i realizacja budowli w zgodzie z zasadami zrównoważonego rozwoju odgrywają ważną rolę. Znaczenie metod oceny budynków systematycznie i znamienne wzrasta. Wytyczne Wspólnoty Europejskiej na rok 2020 wyrażone w tzw. Zielonej Księdze Efektywności Energetycznej / Green Paper on Energy Efficiency (2005) zakładały:

- realizację potencjalnych oszczędności na poziomie 22% w budynkach w zakresie energii zużytej na ogrzewanie, klimatyzację, ciepłą wodę i oświetlenie;
- podwojenie udziału odnawialnych źródeł energii z 6% do 12% w ogólnym zużyciu elektryczności⁷;
- zwiększenie udziału ekologicznej energii elektrycznej z 14% do 22% w łącznym zużyciu energetycznym;
- dojście do 6% udziału biopaliw w zastosowaniach transportowych w całościowej ilości paliw zużytych w Europie⁸.

Kraje europejskie podejmowały już od lat 90. i podejmują nadal wiele inicjatyw w zakresie normalizacji prawnej funkcjonowania środowiska człowieka.

Do znamienych aktów normatywno-prawnych dotyczących zarządzania środowiskiem należą:

- The British Standard BS 7750 — Specyfikacja Systemów Zarządzania Środowiskiem (*Municipal Engineer*, 98, 1993, s. 119–123),
- Council Regulation No 1836/93 — regulacja pozwalająca na nieobligatoryjne uczestnictwo firmom sektora przemysłowego w systemie zarządzania ekologicznego,
- Zestaw norm ISO 14000⁹.

Analizując próby skodyfikowania i zdefiniowania standardów oceny budynków należy pamiętać, że opracowane metody i programy certyfikacyjne podlegają ciągłemu rozwojowi i doskonaleniu. Wszystkie analizowane metody sprzyjają poprawie parametrów środowiska zrównoważonego i jego jakości.

Zestawienia wybranych, ważniejszych metod oceniających obiekty architektury w aspektach

⁷ Zgodnie z danymi GUS (16.12.2021) udział energii odnawialnej w końcowym zużyciu energii brutto wynosił w 2020 roku 16,13%.

⁸ Zgodnie z Raportem Polskiej Organizacji Przemysłu i Handlu Naftowego udział zielonej energii w zasilaniu transportu w Polsce w roku 2020 wynosił 6,58%. Źródło: <http://popin.pl/> (dostępne: 7.02.2023).

⁹ Normy ISO 14001–14004 dotyczą wdrażania, prowadzenia i kontroli polityki ochrony środowiska przez przedsiębiorstwa produkcyjne; normy ISO 14020–14024 — znakowania ekologicznego materiałów i wyrobów budowlanych; normy ISO 14040–14043 — oceny wpływu budownictwa na środowisko naturalne w całym cyklu produkcji wyrobów.

jakości i zrównoważonego rozwoju dokonano w tabeli 1.

Wśród metod oceniających obiekty architektoniczne w aspekcie zrównoważonego rozwoju do najbardziej dynamicznie rozwijających się, takich, które osiągnęły znaczenie światowe, należą LEED — Leadership in Energy and Environmental Design i BREEAM — Building Research Establishment Environmental Assessment Method. Na świecie dominuje metoda LEED, w Europie metoda BEEAM, w znacznie mniejszym stopniu DGNB — Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen i LEED. W Polsce dominuje metoda oceny BREEAM, następnie LEED, w znacznie mniejszym stopniu DGNB oraz HQE — Haute Qualite Environmentale. Metoda DGNB cieszy się zainteresowaniem specjalistów, niemniej jednak proces certyfikacji znajduje się jeszcze w fazie początkowej. Inne metody, jak np. HQE, nie osiągnęły znaczenia międzynarodowego, a jeszcze inne, typu E-Audyt, nie znalazły szerokiego, praktycznego zastosowania.

Na rysunku 1 pokazano proporcje ilościowe stosowania metod oceny i przyznawanych certyfikatów na świecie.

Na rysunku 2 pokazano proporcje ilościowe stosowania metod oceny przyznawanych certyfikatów w Europie.

Na rysunku 3 zaprezentowano proporcje ilościowe stosowania metod oceny i przyznawanych certyfikatów w Polsce.

W Polsce dominują certyfikaty BREEAM — 81%, LEED — 15,7%. W znacznie mniejszym zakresie DGNB — 1,1%, HQE — 0,4%. Inne metody oceny budynków stanowią łącznie 1,8% ogółu.

Aktywność regionalna w Polsce w zakresie certyfikowania budynków jest zróżnicowana. W roku 2022 zdecydowanie przodowało województwo mazowieckie — ponad 570 certyfikatów. Województwa małopolskie i śląskie — poniżej 150, a dolnośląskie, wielkopolskie i łódzkie — poniżej 100. Inne województwa w granicach 30 i poniżej tej ilości.

W tabeli 2 pokazano regionalną aktywność w pozyskiwaniu certyfikatów.

2.1. Metoda i certyfikat LEED

Metoda LEED zakłada, że ocena budynków oraz ich kwalifikacja może odbywać się na dwóch etapach:

- na etapie projektowania,
- po zrealizowaniu inwestycji.

Etapowa ocena umożliwia sprawną organizację przyznawania certyfikatu i korygowania uchybień już na etapie wstępnego projektowania.

Metoda opracowana przez US Green Building Council (Reference Guide, Core & Shell Develop-

Tab. 1. Wybrane metody oceniające budynki, obiekty architektury (oprac. L. Kamionka).

Lp.	Metoda oceny/Program	Cel/zakres	Twórcy metody/programu	Początek działania
1.	POE (<i>Post-Occupancy Evaluation</i>)	Poprawa jakości środowiska zbudowanego	W.F.E. Preiser, H. Rabinowitz, E. White	Lata 80.
2.	BPE (<i>Building Performance Evaluation</i>)	Poprawianie jakości podejmowanych decyzji	W.F.E. Preiser, J. Vischer	Lata 80.
3.	BREEAM (<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>)	Ocena budynku w aspekcie zrównoważonego rozwoju	BRE Building Research Establishment (Wielka Brytania)	1990 r.
4.	BEPAC (<i>Building Environmental Performance Assessment Criteria</i>)	Ocena budynku w aspekcie zrównoważonego rozwoju	Program opracowano w Kanadzie, wzorując się na programie BREEAM	1993 r.
5.	LEED (<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>)	Ocena budynku w aspekcie zrównoważonego rozwoju	U.S. Green Building Council (USGBC)	1993 r.
6.	HQE (<i>Haute Qualite Environnementale</i>)	Ocena budynku w aspekcie zrównoważonego rozwoju	Association pour la HQA (Francja)	1996 r.
7.	Green Building Challenge (GBC)	Ocena budynku w aspekcie zrównoważonego rozwoju	Założenia programu opracował międzynarodowy zespół	1998 r.
8.	E-Audyty	Ocena oddziaływania budynku na środowisko	A. Panek — ITB Polska	2002 r.
9.	Green Building (UE)	Energooszczędność, zrównoważony rozwój	National Contact Point (UE)	2005 r.
10.	DGNB (<i>Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen</i>)	Ocena budynku w aspekcie zrównoważonego rozwoju	DGNB, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung	2009 r.

ment, LEED, USGBC) ustala siedem głównych kryteriów oceny. W poszczególnych kryteriach można otrzymać, w zależności od osiągniętej jakości, określoną ilość punktów:

- integracja obiektu ze środowiskiem — max. ilość punktów — 26,
- efektywność gospodarki wodno-ściekowej — max. ilość punktów — 10,
- energia i atmosfera — max. ilość punktów — 35,
- surowce i materiały — max. ilość punktów — 14,
- proekologiczność i komfort użytkowania — max. ilość punktów — 15,

- innowacyjność i jakość rozwiązań projektowych — max. ilość punktów — 6,
 - regionalne priorytety — max. ilość punktów — 4.
- Liczba przydzielonych punktów zależy od wyników jakości ocenianego budynku, natomiast o poziomie certyfikacji decyduje suma otrzymanych punktów.

Ilość zdobytych punktów określa standard architektury ekologicznej i poziom otrzymanego certyfikatu.

Certyfikat LEED funkcjonuje głównie na terenie Stanów Zjednoczonych, ale trzeba odnotować coraz większe zainteresowanie nim w Europie, na Bliskim

Tab. 2. Regionalna aktywność w pozyskiwaniu certyfikatów (na podstawie danych Polskiego Stowarzyszenia Budownictwa Ekologicznego — Raport 2022).

WOJEWÓDZTWO	MAZOWIECKIE	MAŁOPOLSKIE	ŚLĄSKIE	DOLNOŚLĄSKIE	WIELKOPOLSKIE	ŁÓDZKIE	ZACHODNIOPOMORSKIE	KUJAWSKO-POMORSKIE	PODKARPACKIE	LUBELSKIE	LUBUSKIE	WARMIŃSKO-MAZURSKIE	PODLASKIE	OPOLSKIE	ŚWIĘTOKRZYSKIE
Ilość budynków	572	130	125	122	99	89	34	20	15	14	12	8	7	7	3
Procentowy udział w procesie certyfikacji [%]	45,5	10,4	10,0	9,8	8,0	2,7	1,6	1,2	1,1	1,1	0,9	0,6	0,5	0,5	0,2

Wschodzie i w Afryce. Program LEED jako program kompleksowo ujmujący problematykę zrównoważonego rozwoju cieszy się coraz większym zainteresowaniem i prestiżem wśród inwestorów, deweloperów i architektów. Aktualnie w wielu krajach na różnych kontynentach toczy się postępowanie kwalifikacyjne w celu otrzymania certyfikatu.

2.2. Metoda i certyfikat BREEAM

Metodę BREEAM opracowano w Wielkiej Brytanii w roku 1990 (BREEAM 1,2,3/1990). Metoda oceny budynków i programy certyfikacyjne są cyklicznie aktualizowane. Założenia metody ustalają dwustopniową procedurę oceny na etapach:

- projektowania,
- realizacji i po jej zakończeniu.

W ocenie wykorzystuje się trzy poziomy oddziaływania na środowisko:

- globalny,
- lokalny,
- wewnętrzny.

BREEAM umożliwia ocenę różnych budowli¹⁰. Poza Wielką Brytanią jest testowana na obiektach proekologicznej architektury projektowanej i realizowanej zarówno w Europie, jak i na innych kontynentach.

¹⁰ Opracowane standardy obejmują ocenę nowych budynków biurowych, handlowych, domów jednorodzinnych oraz adaptacji budynków istniejących do zasad rozwoju zrównoważonego.

BREEAM ustala kryteria funkcjonowania obiektu architektonicznego lub zespołu obiektów w powiązaniu z otoczeniem w aspekcie zrównoważonego rozwoju, w ośmiu głównych kryteriach oceny, w których można otrzymać maksymalnie określoną procentowo ilość punktów:

- zarządzanie (management) — 12%,
- zdrowie i jakość życia (health and wellbeing) — 15%,
- energia (energy) — 19%,
- transport (transport) — 8%,
- woda (water) — 6%,
- materiały (materials) — 12,5%,
- użytkowanie terenu i ekologia (land use nad Ecology) — 10%,
- zanieczyszczenia i odpady (pollution and waste) — 17,5% (10 i 7,5%)

oraz dodatkowo

- innowacyjność — 10%.

Standardy metody BREEAM osiąga znaczną część nowo wznoszonych budynków biurowych w Wielkiej Brytanii. Głównie ze względu na wymagania inwestorów oraz firm wynajmujących te obiekty.

2.3. Inne wybrane metody i certyfikaty

Wśród innych ważnych metod oceny budynków zrównoważonych należy wymienić:

- Metodę DGNB — Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen,
- Metodę HQE — High Quality of Environment, oraz dodatkowo

- metodę autorską, bazującą na zasadach określonych w wyżej wymienionych metodach, ale starającą się usprawnić procedurę oceny, głównie w aspekcie udziału czynnika społecznego w procesie projektowania i podnoszenie standardów komfortu użytkowania i wartości estetycznych.

Metoda DGNB — Niemiecki Certyfikat Budownictwa Zrównoważonego został opracowany przez Niemieckie Stowarzyszenie Budownictwa Zrównoważonego (DGNB) wraz z Federalnym Ministerstwem Transportu, Budownictwa i Rozwoju Miasta (BMVBS), do użycia jako narzędzie planowania i oceny budynków.

Jest to bardzo przejrzysty i łatwy do zrozumienia system oceny, który obejmuje wszystkie istotne tematy zrównoważonego budownictwa. Ocenianych jest sześć obszarów: ekologia, ekonomia, czynnik społeczno-kulturowy i tematy funkcjonalne, jak technologia, procesy i lokalizacja. Ze względu na kryteria certyfikacji ta ma zastosowanie w praktycznie każdym rodzaju budynków. W certyfikacji DGNB (Møller, 2018, Aalborg) wymagania krytyczne są tylko dwa, niespełnienie któregośkolwiek z nich wyklucza dalszą certyfikację budynku. Dotyczą one ilości lotnych związków organicznych w powietrzu oraz udogodnień dla osób niepełnosprawnych. Należy podkreślić, że jest to jedyny system wielokryterialny, który tak dużą wagę przykładają do udogodnień dla osób niepełnosprawnych.

Podczas certyfikacji punkty przyznawane są w sześciu kategoriach, mianowicie:

- zagadnienia środowiskowe,
- zagadnienia ekonomiczne,
- zagadnienia społeczno-kulturowe,
- zagadnienia techniczno-technologiczne,
- procesy planowania,
- lokalizacja i jakość placu budowy.

Metoda HQE powstała z myślą zarówno o właścicielach budynków, managerach, użytkownikach, deweloperach i inwestorach, jak również o urbanistach i władzach lokalnych. Jest to etykieta (nie norma), która potwierdza, że inicjatywa właściciela projektu, mająca na celu osiągnięcie danych założeń dla zrównoważonego budynku lub obszaru, zakończyła się powodzeniem. Takie podejście pozwala na zastosowanie HQE w różnych częściach świata, bez względu na charakter panujących warunków regulacyjnych, kulturalnych lub klimatycznych. HQE odnosi się do budynków mieszkalnych, komercyjnych, użyteczności publicznej i usługowych we wszystkich stadiach cyklu życia: projektowanych, modernizowanych i już użytkowanych a także do elementów urbanistycznych: dzielnic, klastrów, kampusów (Bidou D., 2006).

Organizacja Cerway¹¹ stworzyła ogólne schematy certyfikacji, adaptowalne do każdej krajowej specyfikacji: klimatu, regulacji, systemu organizacji i sposobu prowadzenia procesu budowy. Zespół projektowy ustala swoje własne cele w ramach danego schematu, ma także swobodę w wyborze architektonicznych i technicznych rozwiązań. Cele te są następnie oceniane według wymagań schematu certyfikacji lub, jeśli jest to konieczne, według zasad równorzędności.

Działania w programie HQE ukierunkowane na człowieka to:

- odpowiednia orientacja mieszkań,
- optymalizacja ilości światła dziennego i widoków,
- zastosowanie antyalergicznym materiałów,
- ulepszone parametry izolacji termicznej i akustycznej mieszkań,
- nacisk na jakość przestrzeni, jakość powietrza i komfort zapachowy,
- rozwiązania zapewniające bezpieczeństwo mieszkańców,
- zagospodarowanie działki zapewniające przyjazne środowisko.

Metoda autorska (Kamionka, 2021) — w metodzie wyróżniono siedem głównych kryteriów oceniających:

- proekologiczne użytkowanie terenu,
- efektywność energetyczna,
- efektywność gospodarki wodnej,
- efektywność użycia materiałów i surowców,
- preferencje lokalne, innowacyjność proekologiczna,
- komfort użytkowania,
- estetyka.

Zakres problemowy skodyfikowanych standardów ekologicznych oceny budynku pokazano na rysunku 5.

W metodzie oceny budynku zrównoważonego wyodrębniono sektor udziału czynnika społecznego (użytkownicy, mieszkańcy) poprzez specjalistyczne konsultacje z inwestorem i projektantami. Udział czynnika społecznego w procesie projektowania wpływa na jakość komfortu użytkowania budynku i walory estetyczne projektowanego obiektu architektury. Czynniki społeczny wspomaga architekta w kreowaniu tych wartości. (Inwestor, jak wykazała praktyka, niejednokrotnie bardziej zainteresowany jest „sferą ekonomiczną”.)

Autorski model oceny zrównoważonego budynku w formie schematu pokazano na rysunku 5.

¹¹ Cerway jest jedynym operatorem globalnej oferty HQE™ poza Francją.

Funkcjonowanie zaprezentowanego modelu w warunkach działalności projektowej oraz dydaktycznej, w procesie nauczania projektowania zrównoważonego, zostało przetestowane z zadawalającymi rezultatami. Analizowane wybrane przykłady projektów i realizacji budynków zgodnie ze standardami rozwoju zrównoważonego korzystnie wpłynęły na jakość ekologiczną przestrzeni zabudowanej, którą definiują parametry i standardy dotyczące określonych uwarunkowań projektowania zrównoważonego (Kamionka, 2012, 2021).

Uwarunkowania te dotyczą: proekologicznego użytkowania terenu, efektywności energetycznej (m.in. zakresu wykorzystania odnawialnych źródeł energii), efektywności gospodarki wodnej (m.in. zakresu wykorzystania wody deszczowej i tzw. „wody szarej”), efektywności użycia materiałów i surowców, preferowania materiałów i technologii recyklingowych oraz lokalnych, wprowadzania rozwiązań innowacyjnych — proekologicznych, poprawy komfortu użytkownika i mieszkańca oraz trudnych do skodyfikowania walorów estetycznych, gdzie udział czynnika społecznego jest istotny.

Aby ocenić jakość ekologiczną przestrzeni zbudowanej ustalono punktowe wartości poszczególnych kryteriów, zgodnie z zaprezentowanym modelem — rysunek 5 (Kamionka, 2019, s. 80–85, Kamionka, 2021, s. 68–72). Przykładowo w kryterium „proekologiczne użytkowanie terenu” wyróżniono trzy podstawowe warunki, w których można otrzymać określoną ilość punktów:

Warunek 1 — wybór terenu w aspekcie ekologicznym — 6 punktów,

gdzie oceniano:

jakość środowiska przyrodniczo-kulturowego, kontekst przyrodniczo-kulturowy — od 0 do 4 punktów,

aspekt rewitalizacji terenu — od 0 do 2 punktów.

Warunek 2 — usytuowanie obiektu i kształtowanie terenu — 6 punktów,

gdzie oceniano:

aspekt nasłonecznienia — od 0 do 2 punktów,

ochrona przed czynnikami atmosferycznymi (wiatr, inwersja temperatury) — od 0 do 2 punktów,

inwazyjność zagospodarowania — od 0 do 2 punktów.

Warunek 3 — układ komunikacyjny, preferencje proekologiczne — 12 punktów,

gdzie oceniano:

preferencje dla komunikacji zbiorowej — od 0 do 4 punktów,

preferencje dla komunikacji rowerowej — od 0 do 4 punktów,

inne inicjatywy proekologiczne (w zakresie komunikacji) — od 0 do 4 punktów.

Możliwa do zdobycia ilość punktów w kryterium „proekologiczne użytkowanie terenu” wynosi 24 punkty. Zasadę oceny punktowej poszczególnych badanych kryteriów pokazano na rysunku 5.

Metoda oceny punktowej nie jest doskonała, zastrzeżenia może budzić uznaniowość w przydzielaniu punktów, ale należy zauważyć, że procedury certyfikacyjne o znaczeniu międzynarodowym, jak LEED czy BREAM, również posługują się w ocenie metodą punktową jako spełniającą praktyczne założenia. Zaprezentowane metody oceny, również metoda autorska, powinny podlegać sukcesywnym procesom weryfikacyjnym w zależności od uwarunkowań.

Należy podkreślić, że problem oceny jakości przestrzeni zbudowanej może być rozpatrywany w skali obiektu i jego otoczenia, w skali obejmującej obszary zbudowane w skali miasta.

3. WYBRANE PRZYKŁADY PROJEKTÓW I REALIZACJI BUDYNKÓW ZGODNIE ZE STANDARDAMI ROZWOJU ZRÓWNOWAŻONEGO

Wybrane przykłady projektów i budynków zrealizowanych zgodnie ze standardami wybranych metod zaprezentowano poniżej:

- budynek dydaktyczno-laboratoryjny Energis Wydziału Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach, zrealizowany w 2012 roku zgodnie ze standardami proekologicznymi, nie posiadający certyfikatu (inwestor nie ubiegał się o certyfikat);
- studencki projekt pawilonu architektury w aspekcie wymogów projektowania zrównoważonego zlokalizowany w Kielcach, projekt wykonano w Politechnice Świętokrzyskiej na Wydziale Budownictwa i Architektury w roku 2018 (opieka merytoryczna L. Kamionka), projekt bazował na standardach metody autorskiej;
- zespół biurowców Silesia Business Park w Katowicach, zrealizowany w 2018 roku, Business Park otrzymał certyfikat LEED poziom złoty w roku 2018.

3.1. Budynek dydaktyczno-laboratoryjny Energis Wydziału Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach

Budynek dydaktyczno-laboratoryjny Energis został usytuowany w ciągu istniejących obiektów, w bezpośrednim sąsiedztwie Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Świętokrzyskiej

i połączony z nim łącznikiem. Architektonicznie stanowi uzupełnienie istniejącego układu obiektów. Wymiary budynku w rzucie wynoszą 42 m × 19 m, wysokość: 20 m, powierzchnia użytkowa: 4831 m², kubatura: 21 211 m³. Obiekt wykonano w konstrukcji monolitycznej żelbetowej. Ściany zewnętrzne zostały ocieplone styropianem o grubości 20 cm, zaś stropodach styropianem o grubości 35 cm. Współczynniki przenikania ciepła do ścian, dachu, podłóg na gruncie oraz okien są zbliżone do współczynników obowiązujących dla budynku pasywnego. Obiekt odpowiada standardom budynków o niskim zużyciu energii. Energis wyposażono w kolektory słoneczne o mocy 20 kW (4 szt.), w pompy ciepła o mocy 110 kW (4 szt.), sondy gruntowe (16 szt.) oraz studnię głębinową dla dwóch pomp ciepła.

W obiekcie zastosowano urządzenia wykorzystujące energię promieniowania słonecznego (ogniwa fotowoltaiczne, kolektory słoneczne) oraz energię zakumulowaną w gruncie i powietrzu (pompy ciepła, rekuperatory). Wykorzystanie najnowszych technologii w zakresie energooszczędności, instalacji sterującej BMS oraz doskonałej jakości materiałów termoizolacyjnych pozwoliło na:

- znaczną samowystarczalność budynku pod względem energetycznym,
- ograniczenie strat energetycznych,
- minimalizowanie emisji zanieczyszczeń do otoczenia,
- zarządzanie i nadzorowanie funkcjonowania urządzeń i instalacji umożliwiających optymalne wykorzystanie energii,

co niewątpliwie wpływa na jakość środowiska zbudowanego.

W budynku dydaktyczno-laboratoryjnym zaprojektowano zarówno sale wykładowe, audytoryjne, ćwiczeniowo-projektowe, seminaryjne, pracownie komputerowe, sale laboratoryjne oraz salę prezentacyjną (w sumie 22 pomieszczenia dydaktyczne), jak również pomieszczenia biurowe, zaplecza laboratoryjne, pokoje dla wykładowców. Jedna z sal dydaktycznych, połączona z tarasem zewnętrznym, przystosowana została do prezentacji zastosowanych w obiekcie rozwiązań technicznych. Zapewniono możliwość obserwacji i monitoringu funkcjonowania zastosowanych rozwiązań automatyki i sterowania urządzeniami do celów analizy bilansów, zysków i strat energetycznych oraz pomiaru i oceny parametrów środowiska. Wszystkie pomieszczenia służące dydaktyce zostały wyposażone w stanowiska komputerowe i multimedialny sprzęt audiowizualny, umożliwiający prowadzenie zajęć dydaktycznych oraz prac naukowo-badawczych z udziałem studentów. Zrealizowany obiekt

jest przykładem budynku inteligentnego, realizowanego zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju, wykorzystującego najnowocześniejsze energooszczędne technologie. Posiada nowatorskie rozwiązania pozyskiwania i akumulowania ciepła oraz nowoczesne technologie informacyjne do celów sterowania i monitoringu. W budynku zlokalizowano cztery znakomicie wyposażone laboratoria dydaktyczno-naukowe, tj. odnawialnych źródeł energii, systemów inteligentnych, wymiany i odzysku ciepła, a także laboratorium ekoinżynierii, zajmujące się problematyką globalnego zmniejszenia ocieplenia klimatu i redukcji stężenia CO₂.

Budynek został zaprojektowany i zrealizowany zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju (konsultantami projektu byli pracownicy dydaktyczno-badawczy Politechniki: J. Piotrowski, L. Kamionka).

Należy zauważyć, że nie podjęto dość kosztownych działań zmierzających do otrzymania certyfikatu potwierdzającego spełnienie standardów określonej metody oceny. Nie było to w tym przypadku celem realizacji.

3.2. Projekt pawilonu architektury w aspekcie wymogów projektowania zrównoważonego zlokalizowany w Kielcach w Kampusie Politechniki Świętokrzyskiej

Spośród wybranych projektów studenckich w aspekcie projektowania zrównoważonego¹² zaprezentowano projekt pawilonu architektury opracowany przez studentkę Justynę Rosińską (opieka merytoryczna L. Kamionka). Celem projektu było stworzenie obiektu spełniającego wymogi projektowania zrównoważonego, tj. budynku ekologicznego, ukształtowanego zgodnie z zasadami ergonomii, posiadającego wysokie walory użytkowe i estetyczne oraz spełniającego rygor ekologiczno-ekonomiczne.

Projekt wyżej wymienionego pawilonu spełnia wymogi zdefiniowanych standardów. Idea przestrzena budynku oraz ukształtowanie działki są spójne i wyraziste. Zaprojektowany budynek ma cztery kondygnacje. W projekcie zastosowano innowacyjne rozwiązania przestrzenne, wykorzystując innowacyjne technologie, tj. ogniwa fotowoltaiczne, pompy ciepłne, turbiny wiatrowe, sterowanie komputerowe wspomagające optymalne funkcjonowanie urządzeń. Przestrzeń wewnętrzną i zewnętrzną zintegrowano układami zieleni poziomej i pionowej. Wiele uwagi poświęcono komfortowi użytkownika.

¹² Więcej projektów studenckich zaprojektowanych zgodnie ze standardami zrównoważonymi w: Kamionka, 2021; Abyzov, Kamionka (red.), 2022.

W procesie projektowania wykorzystano zasady i modele opracowane przez autora niniejszego artykułu. Projekt nie został zrealizowany.

Budynek pawilonu to obiekt wolnostojący czterokondygnacyjny z zielonym dachem. Jego forma współgra z otoczeniem kampusu. Budynek tworzą dwa załamane, prostopadłe do siebie prostopadłości. Południowe elewacje są przeszklone, natomiast północne „zamknięte”. Głównym elementem wykończeniowym są płyty włókno-cementowe. Na pierwszej kondygnacji znajduje się strefa wielofunkcyjna oraz duże, przestronne foyer — przeznaczone do rekreacji, wypoczynku, warsztatów oraz wystaw. Od strony północnej usytuowane zostały pomieszczenia dla kadry pracowniczej oraz sale dydaktyczno-komputerowe. Powierzchnia użytkowa budynku wynosi 3 281,2 m², powierzchnia całkowita — 3529,1 m², kubatura — 11 189,3 m³.

3.3. Zespół biurowców Silesia Business Park w Katowicach

Zespół budynków biurowych Silesia Business Park zlokalizowano wzdłuż ulicy Chorzowskiej w Katowicach. Projektantem zespołu architektonicznego jest Biuro Medusa Group (arch. Przemysław Łukasik, arch. Łukasz Zagąła), inwestorem — Skanska Property Poland, a generalnym wykonawcą — firma Skanska. Projekt był konsultowany w aspekcie metod wielokryterialnych w biurze projektowym Skanska O. Kielce (zespół z udziałem m.in. L. Kamionki). Budowa zespołu została zrealizowana w latach 2013–2018. Powierzchnia użytkowa dwunastokondygnacyjnych budynków wynosi 46 000 m², w tym powierzchnia biurowa — 42 680 m², powierzchnia handlowa — 35 400 m², kubatura budynku — 309 563 m³. Parkingi posiadają 600 miejsc postojowych. Kompleks został wyposażony w 20 wind. Inwestycję zlokalizowano na terenie dawnej huty Baildon. Pierwszy z biurowców oddany został do użytku w październiku 2014 roku, drugi — na przełomie trzeciego i czwartego kwartału 2015 roku, a trzeci biurowiec — w sierpniu 2018 roku. Wysokość strukturalna obiektu wynosi 55 metrów. Kompleks składa się z 12 kondygnacji nadziemnych i dwóch podziemnych.

Biurowiec zasilany jest energią elektryczną pochodzącą ze źródeł odnawialnych. Dodatkowo, dzięki zastosowanym rozwiązaniom i oświetleniu LED w częściach wspólnych, zużycie energii jest o około 28% niższe w porównaniu do budynków referencyjnych. Budynek wyróżnia się także mniejszą emisją CO₂ i oszczędnością wody na poziomie 50%. Silesia Business Park w roku 2018 otrzymał certyfikat LEED poziom złoty.

4. REZULTATY, PODSUMOWANIE, WNIOSKI

Do najczęściej przyznawanych w Polsce certyfikatów na podstawie przeprowadzonych procedur opartych na wielokryterialnych metodach oceny budynku należały w roku 2022:

- BREEAM — Leadership in Energy and Environmental Design — około 81 %,
- LEED — Leadership in Energy and Environmental Design — około 16 %,

oraz

- DGNB — Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen — 1,1 %,
- NQE — High Quality of Environment — poniżej 0,4 %,
- inne metody — około 1,8 % ogółu.

Metody oceny definiują wartości punktowe dla poszczególnych standardów i kategorii, które ustala ekspercka komisja i, w zależności od ilości zdobytych punktów określających jakość, przyznaje należy certyfikat.

Dokonane analizy wykazały, że projektowanie i budowa budynków zgodnie ze standardami wielokryterialnych metod oceny wpływają na jakość ekologiczną przestrzeni zbudowanej w aspekcie zrównoważonego rozwoju, podnosząc jej walory. Na podstawie przeprowadzonych analiz podjęto próbę zbudowania modelu oceny budynków przestrzeni zbudowanej, który może być wykorzystany w każdym procesie projektowania (bez konieczności ubiegania się o kosztowny certyfikat). W opracowanym modelu zdefiniowano problemy dotyczące uwarunkowań: proekologicznego użytkowania terenu, efektywności energetycznej i efektywności gospodarki wodnej, efektywności użycia materiałów i surowców, komfortu użytkownika i mieszkańca przestrzeni zbudowanej. Należy podkreślić, że problemy trudne do zdefiniowania to walory estetyczne oraz organizacja udziału czynnika społecznego. Nie mniej jednak udział ten jest istotny i należy uwzględnić go w procesie projektowania i oceny.

Zastosowana metoda wartości punktowej oceniającej jakość ekologiczną budynku, środowiska zbudowanego nie jest doskonała, zastrzeżenia może budzić uznaniowość w przydzielaniu punktów, ale należy zauważyć, że procedury certyfikacyjne oparte na powszechnie uznanych metodach, jak LEED czy BREEM również posługują się w ocenie metodą punktową jako spełniającą praktyczne założenia. Zaprezentowane metody oceny, również metoda autorska, powinny podlegać sukcesywnym procesom weryfikacji w zależności od uwarunkowań.

Przeprowadzone badania i analizy poszerzają aktualny stan wiedzy w omawianym obszarze tema-

tycznym. Wyniki powinny być sygnałem do szerszego wprowadzania wielokryterialnych metod oceny projektu i zrealizowanego dzieła w aspekcie proekologicznym.

Budynki zrównoważone zaprojektowane i zrealizowane zgodnie z uwarunkowaniami zaprezentowanych wielokryterialnych metod oceny wpływają na jakość ekologiczną przestrzeni zbudowanej, także na jej komfort użytkowy i walory estetyczne. Propagowanie metod oceny budynków zrównoważonych i procedur zdobywania certyfikatów proekologicznych są godne rozpowszechniania w trosce o jakość przestrzeni zbudowanej. Metody oceny ulegają procesowi rozwoju i ulepszania. Opracowany model autorski oceny budynku został pozytywnie zweryfikowany zarówno w procesie projektowania i budowy (budynek dydaktyczny Energis — Kielce), jak również w trakcie procesu nauczania na wyższej uczelni w ramach projektowania zrównoważonego.

Z dokonanych analiz wynika, że należy rekomendować zaprezentowane metody oceny budynków w aspekcie zrównoważenia jako czynnik wpływający na jakość ekologiczną przestrzeni zbudowanej, na jakość funkcjonowania miasta.

REFERENCES

- Anink, D., Mak, J., Boonstra, Ch. (1996), *Handbook of Sustainable Building*, Earthscan Publications Ltd.
- Abyzov, V., Kamionka, L., (eds.) (2022), *Формування збалансованого (сталого) архітектурного середовища / Kształtowanie zrównoważonego środowiska architektonicznego*, Monografia Architektura (17), Kielce: Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej.
- Augustyn, A. (2020), *Zrównoważony rozwój miast w świetle idei Smart City*, Białystok: Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku.
- Baranowski, A. (1998), *Projektowanie zrównoważone w architekturze*, Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.
- Bennets, H., Redford, A. (2004), *Understanding Sustainable Architecture*, London: Taylor & Francis Group.
- Bidou, D. (2006), 'The HQE approach: Realities and perspectives of building environmental quality', *Management of Environmental Quality*, 17(5), pp. 587–592.
- Birgisdóttir, H. *Lesson learned from testing four different certification methods for buildings, LEED, BREEAM, DGNB, HQE. Report 2010*, Danish Building Research Institute.
- Bott, H., Grassl, G., Anders, S. (2019), *Sustainable Urban Planning. Vibrant Neighbourhoods – Smart Cities – Resilience*, Detail Business Information GmbH.
- BREEAM 1/1990 *An environmental assessment for New Office design*, BREEAM 2/1991 *An environmental assessment for New superstores and supermarkets*, BREEAM 3/1991 *An environmental assessment for new homes*.
- Browning, W.D., Barnett D.L. (1995), *A Primer on Sustainable Building*, Rocky Mountain Institute.
- Council Regulation (EEC) No 1836/93 of 29 June 1993 allowing voluntary by companies in the industrial sector in a Community eco-management and audit scheme.
- Green Paper on Energy Efficiency, COM (2005) 265 final.
- Gil-Mastalerczyk, J. (2019), 'Creations of Modern Architecture Corresponding to the Landscape on the Example of Diploma Designs of Students of Architecture', *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 471, pp. 1–12.
- Horn, P. (2019), *Zrównoważony rozwój w procesie kształtowania współczesnego osiedla. Idee, przykłady*, Wrocław: Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej.
- ISO 14000 Environmental Management Standards Engineering and Financial Aspects, Alan s. Morris, Department of Automatic Control and Systems Engineering University of Sheffield, UK, 2004.
- Jagiello-Kowalczyk, M. (2019), *Dom zrównoważony — energooszczędny, ekologiczny, trwały*, Kraków: Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej.
- Kamionka, L. (2012), *Architektura zrównoważona i jej standardy na przykładzie wybranych metod oceny*, Monografie, Studia, Rozprawy (M30), Kielce: Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej.
- Kamionka, L. (2019), *Architektura w zrównoważonym środowisku kulturowo-przyrodniczym / Architecture in a Sustainable cultural-Natural Environment*, Monografia Architektura (11), Kielce: Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej.
- Kamionka, L. (2021), *Architecture in a Sustainable Environment. The Future Begins Today*, Monography Architecture (16), Kielce: Kielce University of Technology Press.
- Municipal Engineer*, 98, 1993, pp.119–123, BS750 Environmental Management Systems. (Report of the British Standards Institution Conference Held in London on 22 May 1992) published online: June 05,2015.
- Møller, R.S. et al. (2018), 'DGNB building certification companion: sustainability tool for assessment, planning, learning, and engaging (STAPLE)', *International Journal of Energy Production and Management*, 3(1), pp. 57–68. Available at: <https://doi.org/10.2495/EQ-V3-N1-57-68> (accessed: 2.02.2023).
- Niezabitowska, E., Masły, D. (2007), *Oceny jakości środowiska zabudowanego i ich znaczenie dla rozwoju koncepcji budynku zrównoważonego*, Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
- Panek, A. (2002), *E-Audyt metoda oceny oddziaływania na środowisko obiektów budowlanych*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa 2002.
- Raport Roczny PLGBC 2022. Twórzmy zrównoważone budynki dla wszystkich (2023). Available at: <https://plgbc.org.pl/raport-roczny-plgbc-2022-tworzmy-zrownowazone-budynki-dla-wszystkich/> (accessed: 02.02.2023).
- Reference Guide. Core & Shell Development. LEED. USGBC, June 2006, LEED 2008 for Core and Shell Development Rating System USGBC Member Approved November 2008. LEED Reference Guide for Building Design and Construction 2013, 2020.

Seruga, W. (2013), 'Nowe formy zamieszkania w zrównoważonym środowisku mieszkaniowym', *Środowisko Mieszkaniowe = Housing Environment*, 12, pp.114–133.

Schneider-Skalska, G. (2012), *Zrównoważone środowisko mieszkaniowe: społeczne – oszczędne – piękne*, Kraków: Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej.

Wehle-Strzelecka, S. (ed.) (2015), *Współczesne miasto jako środowisko życia człowieka zintegrowanego z przyrodą*, Monografia Architektura (2), Kielce: Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej.

World Commission on Environment and Development. Our Common Future. Report, New York, Oxford University Press, 1987.