

Model obliczania kosztu cyklu życia obiektu na przykładzie budynku mieszkalnego jednorodzinnego

Dr inż. Adam Kristowski, prof. uczelni, dr inż. Beata Grzyl, prof. uczelni,
dr inż. Marcin Szczepański, dr inż. Anna Jakubczyk-Gałczyńska,
Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska

1. Wprowadzenie

Termin kosztu cyklu życia pojawił się na początku dwudziestego wieku [1]. Fundamentalne znaczenie przy ustalaniu przebiegu cyklu życia budynku stanowi wiedza i doświadczenie w zakresie identyfikacji jego stanu technicznego [2]. Bogusz i Polakowski w [3] wyodrębniają następujące główne fazy rozwojowe cyklu życia budynku: koncepcji i definiowania, projektowania i rozwoju, produkcji, instalacji, użytkowania i obsługi oraz likwidacji. Rachunek kosztów z uwzględnieniem składowych odniesionych do poszczególnych faz różni się. Szczegółowe ich omówienie znajduje się m.in. w [4], gdzie zdefiniowano koszty cyklu życia, które dzielą się na koszty planowania, projektowania, nabycia, utrzymania, eksploatacji, konserwacji oraz likwidacji.

2. Koszt cyklu życia

W Polsce metodologię określania kosztów cyklu życia budynków określa Rozporządzenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 11 lipca 2018 r. [5], które rekomenduje stosowanie kalkulacji sporządzanej metodą prostą, przy uwzględnieniu kosztów nabycia, użytkowania oraz utrzymania, pomijając koszty likwidacji budynku. Mając na uwadze przepisy ogólnosiatawowe [6, 7]) to równie istotne informacje można także znaleźć w normie ISO 15686-5:2008, która dodatkowo uwzględnia tzw. *nonconstructions costs* (koszty niekonstrukcyjne).

Jak zauważyli Grzyl i inni w [8] w praktyce, w większości przypadków decyzje o zakupie istniejącego czy realizacji nowego budynku podejmowane są z pominięciem długookresowych kosztów jego użytkowania (m.in. kosztów mediów) oraz utrzymania (obejmujących koszty bieżących konserwacji, napraw, remontów), które z praktycznego punktu widzenia są szczególnie istotne.

Przedmiotem badań jest analiza kosztów nabycia i długookresowych kosztów użytkowania w aspekcie wybranej technologii wykonania domu jednorodzinnego. Celem badań jest wskazanie możliwości ograniczenia kosztów związanych z użytkowaniem obiektu w założonym okresie eksploatacji 30 lat. Analizie poddaje się dwa alternatywne warianty – wykonanie domu jednorodzinnego o powierzchni 120 m² w technologii energooszczędnej i tradycyjnej.

Ocena dokonywana jest zgodnie z algorytmem proponowanym w artykule.

Analizując wady i zalety możliwych do wykorzystania w praktyce rozwiązań technologicznych i materiałowych wykonania zasadniczych elementów konstrukcji budynku i instalacji, należy uwzględnić okres ich trwałości, ale również względy ekonomiczne. Istotne jest porównanie kosztów ponoszonych na etapie realizacji obiektu z kosztami generowanymi w okresie jego utrzymania i użytkowania.

Szacowanie kosztu cyklu życia (Life Cycle Costs) stanowi proces analizy ekonomicznej mającej na celu ocenę łącznego kosztu nabycia, posiadania i likwidacji produktu (konstrukcji, obiektu). Analiza ta dostarcza danych istotnych w procesie projektowania, rozwoju, użytkowania i likwidacji produktu. Szacowanie kosztów cyklu życia znajduje także duże zastosowanie przy ocenie kosztów związanych z określonymi działaniami np. rezultatów różnych sposobów eksploatacji obiektu [9–15]. Koszt cyklu życia obiektu budowlanego zależy przede wszystkim od zastosowanej technologii i materiałów, ale również jakości wykonania i montażu konstrukcji oraz urządzeń stanowiących wyposażenie obiektu, zakres i częstotliwości prowadzenia prac związanych z ich utrzymaniem i konserwacją. Szacowanie kosztu cyklu życia można również skutecznie zastosować do porównania i oceny kosztów utrzymania i użytkowania obiektu dla alternatywnych wariantów technologicznych, materiałowych, wyposażenia w instalacje itp.

3. Sposoby analizy LCC

Wybór odpowiedniej metody prowadzenia rachunku LCC jest uwarunkowany rodzajem, zakresem oraz stopniem złożoności danej inwestycji. Zależnie od potrzeby analizę rachunku cyklu życia można przeprowadzić dwiema metodami [5].

3.1. Metoda prosta

Metoda prosta jest wykorzystywana do dokonywania nieskomplikowanych porównań, pozwalających na wybór optymalnego rozwiązania z pominięciem procesu dyskontowania. Odzwierciedla całkowite zestawienie kosztów ponoszonych we wszystkich fazach cyklu życia budynku (koszty budowy, napraw, remontów, utrzymania, rozbiórki i utylizacji) według wzoru 1.

$$LCC = K_n + K_p + K_l \quad (1)$$

gdzie (wszystkie składniki podano w jednostkach pieniężnych):

LCC – koszt cyklu życia budynku,

K_n – koszty nabycia,

K_p – koszty posiadania (np. koszty mediów),

K_l – koszty likwidacji.

Według Dziadosz [2] kalkulacja kosztów cyklu życia dodatkowo uwzględnia pomniejszenie kosztów o tzw. wartość rezydualną (m.in. sprzedaż działki) – według wzoru 2:

$$LCC = K_n + K_p + K_l - W_r \quad (2)$$

gdzie (wszystkie składniki podane w jednostkach pieniężnych):

LCC – koszt cyklu życia budynku,

K_n – koszty nabycia,

K_p – koszty posiadania (np. koszty mediów),

K_l – koszty likwidacji,

W_r – wartość rezydualna (pozostałościowa).

Zasadniczą wadą metody prostej jest brak uwzględnienia w obliczeniach dyskontowania oraz zmian cen energii na przestrzeni lat. W efekcie wyliczona wartość może błędnie sugerować opłacalność danego wariantu inwestycyjnego.

3.2. Metoda złożona

Metoda złożona służy do analizy zdyskontowanych przepływów pieniężnych obejmujących wpływy i wydatki, począwszy od zakupu działki budowlanej do wycofania obiektu z użytkowania. Metoda ta integruje różne elementy kosztów ponoszonych w całym cyklu życia (w tym m.in. zużycia mediów, koszty utrzymania, użytkowania, przeglądów, napraw, wymian, remontów oraz montażu i demontażu instalacji). Metodę złożoną można wykorzystać w obliczeniach:

• uwzględniając w niej zmienność cen wraz z upływającym czasem, według wzoru 3:

$$LCC = K_n + \sum_{n=1}^T \frac{K_p}{(1+i)^n} \quad (3)$$

gdzie:

LCC – koszt cyklu życia budynku [jednostki pieniężne],

K_n – koszty nabycia [jednostki pieniężne],

K_p – koszty posiadania (np. koszty mediów) [jednostki pieniężne],

i – stopa dyskonta [%],

n – liczba lat eksploatacji obiektu [lata],

T – długość rozpatrywanego okresu [lata].

• zakładając, że ceny są stałe w całym cyklu życia obiektu, według wzoru 4:

$$LCC = K_n + \frac{K_p}{CRF} \quad (4)$$

gdzie:

LCC – koszt cyklu życia budynku [jednostki pieniężne],

K_n – koszty nabycia [jednostki pieniężne],

K_p – koszty posiadania (np. koszty mediów) [jednostki pieniężne],

CRF – współczynnik odzysku kapitału.

Współczynnik odzysku kapitału CRF , obliczany w następujący sposób:

$$CRF = \frac{i}{1 - (1+i)^{-n}} \quad (5)$$

gdzie:

CRF – współczynnik odzysku kapitału,

i – stopa dyskonta [%],

n – okres eksploatacji obiektu [lata].

4. Model obliczania kosztu cyklu życia budynku mieszkalnego jednorodzinne

W artykule prezentuje się analizę rachunku kosztów cyklu życia budowy domu jednorodzinne zgodnie ze standardem warunków technicznych aktualnych w 2021 r. [16, 17]. Zakres badań obejmuje koszty generowane w kolejnych fazach cyklu życia obiektu, tj. nakład początkowy związany z realizacją inwestycji oraz długoterminowe wydatki ponoszone na użytkowanie budynku w przyjętym okresie. Analizie poddaje się dwa alternatywne warianty – wykonanie domu jednorodzinne o powierzchni 120 m² w technologii energooszczędnej i tradycyjnej. Ocena dokonywana jest zgodnie z proponowanym modelem (rys. 1). Dane wejściowe wykorzystane w analizie pochodzą od inwestora oraz

DANE WEJŚCIOWE

- Typ obiektu: dom jednorodzinny o powierzchni użytkowej 120 m² parterowy niepodpiwniczony z poddaszem użytkowym
- Lokalizacja: województwo pomorskie
- Przeznaczenie: dla rodziny czteroosobowej
- Przyjęty do obliczeń okres użytkowania: 30 lat
- Analizowane warianty: technologia energooszczędna, tradycyjna
- Metoda kalkulacji LCC: złożona z uwzględnieniem dyskontowania

WARIANTY

Wariant 1: technologia energooszczędna

- Materiały budowlane (m.in. ocieplenie przegród, stolarka okienna i drzwiowa, pokrycie dachu) o podwyższonych parametrach termozoizacyjnych
- System grzewczy: powietrzna pompa ciepła i ogrzewanie podłogowe
- Źródło energii: energia elektryczna oraz panele fotowoltaiczne
- Wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna z rekuperatorem

Wariant 2: technologia tradycyjna

- Materiały budowlane o standardowych parametrach, ocieplenie mniejszej grubości w stosunku do wariantu energooszczędnego
- System grzewczy: kocioł kondensacyjny, ogrzewanie grzejnikowe
- Źródło energii: energia elektryczna oraz gaz ziemny
- Wentylacja grawitacyjna

KOSZTY NABYCIA

- Koszt nabycia obejmuje koszt wykonania robót stanu surowego zamkniętego wraz z instalacją elektryczną, centralnego ogrzewania, wentylacją i urządzeniami
- Koszt nabycia ustalony na podstawie kosztorysu inwestorskiego

KOSZTY UŻYTKOWANIA (30 LAT)

- Koszty eksploatacyjne: ogrzewanie, prąd zimna woda, ścieki i odpady komunalne, serwisy i przeglądy urządzeń

ANALIZA

- Zestawienie LCC obu wariantów
- Analiza porównawcza

Rys. 1. Koncepcja modelu wyznaczenia LCC budynku, opracowanie własne

właścicieli porównywalnych obiektów o takim samym przeznaczeniu, powierzchni użytkowej, konstrukcji, technologii wykonania i lokalizacji.

4.1. Założenia przyjęte do analizy

Na potrzeby przeprowadzenia analizy LCC przyjęto niżej podane założenia.

- Rozważa się dwie technologie wykonania domu jednorodzinnego o konstrukcji murowanej i powierzchni użytkowej 120,00 m²: energooszczędną, tradycyjną.
- Analiza kosztów jest sporządzona z perspektywy inwestora (przyszłego właściciela obiektu) w celu dokonania wyboru optymalnego wariantu z uwzględnieniem 30-letniego okresu użytkowania budynku.
- Analiza LCC obejmuje oszacowanie i porównanie kosztów nabycia – nakładów początkowych związanych z realizacją obiektu z kosztami generowanymi w toku użytkowania domu w założonym okresie.
- W rachunku LCC w obu wariantach pomija się koszty związane z utrzymaniem obiektu, wynikające z przyjętej strategii utrzymaniowej (remonty, wymiany, naprawy itp.) oraz koszty rozbiórki (likwidacji budynku).

Szacowany koszt cyklu życia obiektu obejmuje: koszt realizacji stanu surowego zamkniętego, wykonanie instalacji elektrycznej, wodno-kanalizacyjnej, centralnego ogrzewania i wentylacji w budynku (w tym m.in. montaż niezbędnych urządzeń).

- Koszty użytkowania obejmują: zużycie energii na potrzeby ogrzewania domu oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej, zużycie zimnej wody, odprowadzenie ścieków komunalnych, wywóz nieczystości oraz wydatki związane z serwisowaniem i przeglądami urządzeń instalacyjnych.
- Roczne zapotrzebowanie budynku na energię obliczono na podstawie informacji uzyskanych od właścicieli porównywalnych obiektów.
- Koszt nabycia obiektu (nakład początkowy) ustalono na podstawie kalkulacji kosztorysowej sporządzonej metodą szczegółową na podstawie informacji cenowych systemu Sekocenbud, kalkulacji indywidualnych, informacji pozyskanych od właścicieli analogicznych obiektów i z rynku. Uwzględniono średnie stawki, ceny i wskaźniki dla regionu pomorskiego.
- Zastosowano złożoną metodę kalkulacji kosztów cyklu życia, uwzględniając dyskontowanie (przyjęto współczynnik dyskontowy 1,75%).

4.2. Koncepcja algorytmu rachunku LCC budynku

Rachunek LCC jest prowadzony dla dwóch wariantów. Jego celem jest porównanie i ocena kosztów nabycia i użytkowania obiektu realizowanego według dwóch alternatywnych technologii z uwzględnieniem przyjętych rozwiązań w zakresie m.in. wykorzystanych materiałów, pozyskania energii, zastosowanych systemów grzewczych i wentylacji w okresie 30 lat (tabela 1 i 2).

Tabela 1. Rachunek LCC dla domu wykonanego w technologii energooszczędnej, opracowanie własne

Koszt nabycia		Koszt netto [PLN]
Zakres robót		
Stan surowy otwarty	Roboty ziemne	4391,86
	Fundamenty	35231,71
	Izolacje	17304,31
	Ściany murowane	36554,06
	Konstrukcja żelbetowa	46965,60
	Konstrukcja dachu	25002,32
	Pokrycie dachu	33743,81
Stan surowy zamknięty	Okna i drzwi	38381,28
	Okna połaciowe	28310,51
	Ścianki działowe	13818,13
	Posadzki	32450,18
	Ściany i sufity	23591,43
	Elewacja	44798,87
Instalacje	System fotowoltaiczny	26863,28
	Powietrzna pompa ciepła	39336,40
	Wentylacja mechaniczna z rekuperatorem	15867,40
	Ogrzewanie podłogowe	18928,81
Łączny koszt nabycia		481 540,00
Koszt użytkowania w okresie 30 lat		
Koszty zużycia energii elektrycznej		43519,08
Koszty zużycia zimnej wody i odprowadzenia ścieków		43092,68
Opłaty za wywóz śmieci		61248,94
Koszty serwisów i przeglądów		19128,80
Łączny koszt użytkowania		166 989,50
Koszt cyklu życia		648 529,50

Pierwszym etapem obliczeń jest oszacowanie kosztów jednorazowych związanych z nabyciem domu. Na podstawie dokumentacji projektowej udostępnionej przez inwestora sporządzono przedmiar robót oraz kosztorys inwestorski. Przedmiot kalkulacji obejmuje stan surowy zamknięty wraz z instalacją elektryczną, wodno-kanalizacyjną, centralnego ogrzewania i wentylacji.

Kolejnym etapem obliczeń jest rachunek kosztów użytkowania obiektu dla założonego okresu 30 lat. Uwzględniono następujące wydatki:

- koszty zużycia paliwa, ponoszone na ogrzewanie budynku oraz przygotowanie ciepłej wody użytkowej,
- opłaty za zużycie prądu,
- koszty zużycia zimnej wody oraz odprowadzenia ścieków komunalnych,
- opłaty za wywóz śmieci,
- koszty serwisów oraz przeglądów urządzeń instalacji.

Tabela 2. Rachunek LCC dla domu wykonanego w technologii tradycyjnej, opracowanie własne

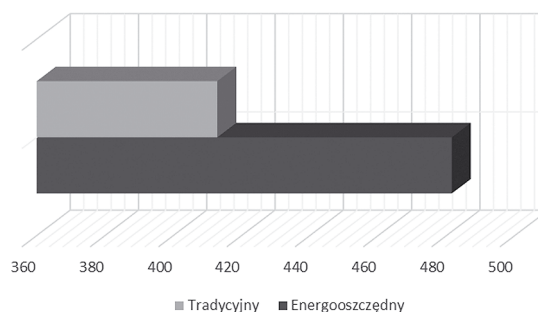
Koszt nabycia		
Zakres robót		Koszt netto [PLN]
Stan surowy otwarty	Roboty ziemne	4 391,86
	Fundamenty	35 231,71
	Izolacje	14 167,98
	Ściany murowane	49 529,18
	Konstrukcja żelbetowa	46 965,60
	Konstrukcja dachu	25 002,30
	Pokrycie dachu	39 652,54
Stan surowy zamknięty	Okna i drzwi	22 698,37
	Okna połaciowe	17 551,30
	Ścianki działowe	13 818,13
	Posadzki	29 033,77
	Ściany i sufit	23 182,36
	Elewacja	44 577,66
Instalacje	Gazowy kocioł kondensacyjny	30 293,42
	Ogrzewanie grzejnikowe	16 776,80
Łączny koszt nabycia		412 872,98
Koszt użytkowania w okresie 30 lat		
Koszty ogrzewania c.o. i c.w.u. (gaz ziemny)		89775,16
Koszty zużycia energii elektrycznej		56003,68
Koszty zużycia zimnej wody i odprowadzenia ścieków		35910,57
Opłaty za wywóz śmieci		59374,12
Koszty serwisów i przeglądów		3874,50
Łączny koszt użytkowania		293 925,64
Koszt cyklu życia		706 798,62

Zakłada się, iż koszty przedstawione w punkcie c) i d) w obu analizowanych wariantach będą takie same, gdyż ich wysokość zależy od liczby przyszłych mieszkańców. W kalkulacji przyjęto średnie stawki i ceny dla województwa pomorskiego. Zasadnicze różnice występują w odniesieniu do kosztów uwzględnionych w punkcie a), b) i e) ze względu na zastosowanie różnych systemów ogrzewania. W przypadku domu w technologii energooszczędnej koszty te będą pomniejszone o koszty energii elektrycznej wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną. W obu wariantach różne też będą koszty związane z serwisowaniem urządzeń.

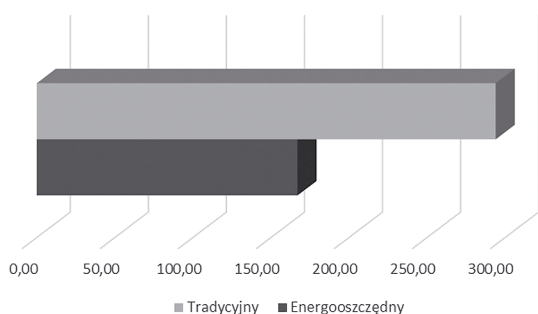
Graficzne zestawienie kosztów nabycia i użytkowania przedmiotowego obiektu w okresie 30 lat zaprezentowano na rysunkach 2 i 3. Łączne wartości LCC dla dwóch wariantów technologicznych przedstawiono na rysunku 4.

W świetle przedstawionych analiz można stwierdzić, iż uwzględniając wyłącznie koszt nabycia – droższym wariantem jest wykonanie obiektu w technologii energooszczędnej.

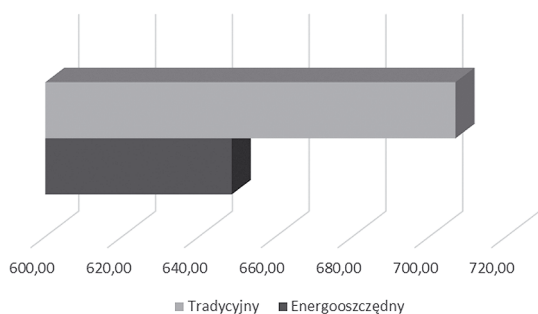
Koszty nabycia (*1000 zł)

**Rys. 2.** Koszty nabycia domu realizowanego w technologii energooszczędnej i tradycyjnej, opracowanie własne

Koszty użytkowania przez 30 lat (*1000 zł)

**Rys. 3.** Koszty użytkowania domu realizowanego w technologii energooszczędnej i tradycyjnej, opracowanie własne

Koszty cyklu życia (*1000 zł)

**Rys. 4.** Zestawienie kosztów cyklu życia obiektu realizowanego w dwóch technologiach, opracowanie własne

Koszt nabycia domu dla wariantu energooszczędnego stanowi 74% łącznych kosztów jego cyklu życia. Koszt nabycia domu dla wariantu tradycyjnego stanowi 58% kosztu jego cyklu życia.

Istotne różnice można zauważyć również w odniesieniu do kosztów związanych z użytkowaniem obiektu w dłuższej perspektywie. Biorąc pod uwagę zdyskontowane koszty użytkowania budynku w założonym okresie 30 lat, droższym aż o 9% rozwiązaniem jest wykonanie obiektu w technologii

tradycyjnej. Zatem uwzględniając dłuższą perspektywę czasową i łączny koszt cyklu życia obiektu (tj. koszt nabycia oraz 30-letni okres użytkowania) dla dwóch analizowanych wariantów, można stwierdzić, iż tańszym rozwiązaniem jest wykonanie domu w technologii energooszczędnej. W dłuższej perspektywie generuje ono niższe wydatki ponoszone przez właściciela obiektu.

5. Podsumowanie

W artykule wskazano możliwość wykorzystania w procesie wyboru technologii wykonania domu jednorodzinnego podejścia opartego na szacowaniu kosztów cyklu życia. Umożliwia ono m.in. wskazanie inwestorowi wariantu pozwalającego na zredukowanie kosztów użytkowania obiektu w dłuższej perspektywie przy jednoczesnym ograniczeniu negatywnego wpływu produkcji budowlanej na środowisko (mniejsza energochłonność). Przedstawiona analiza potwierdza zasadność stosowania w praktyce analizy LCC i długookresowe korzyści właściciela obiektu, wynikające z zastosowania technologii energooszczędnej.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Joachimiak-Lechman K., Środowiskowa Ocena Cyklu życia (LCA) i rachunek kosztów cyklu życia (LCC). Aspekty porównawcze, *Ekonomia i Środowisko*, 2014
- [2] Dziadosz A., Model oszacowania łącznych kosztów cyklu życia obiektu, *Inżynieria przedsięwzięć budowlanych. Rekomendowane metody i techniki*, KILiW PAN, Warszawa, str. 245–270, 2015
- [3] Bogusz A., Polakowski Ł., Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii, *Rachunek Kosztów cyklu życia – LCC, Zielone Zamówienia Publiczne II Podręcznik*, Urząd Zamówień Publicznych, Warszawa, str. 7–19, 2012
- [4] Sarja A., Lifetime engineering of buildings and civil infrastructures. European guide for life time design and management of civil infrastructures and buildings. Project cluster lifetime. Technical Research Centre of Finland, VYY. VTT Building and Transport, 2005
- [5] Rozporządzenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 11 lipca 2018 r. w sprawie metody kalkulacji kosztów cyklu życia budynków oraz przedstawiania informacji o tych kosztach (Dz.U. 2018, poz. 1357)
- [6] ISO 15686-5:2008 Buildings and constructed assets – Service-life planning – Part 5: Life-cycle costing
- [7] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/844 z dnia 30 maja 2018 r.
- [8] Grzyl B., Apollo M., Miszewska-Urbańska E., Kristowski A., Zarządzanie eksploatacją obiektu w ujęciu kosztów cyklu życia, *Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska*, Gdańsk, 2017
- [9] Kembłowski M. W., Grzyl B., Siemaszko A., *Game Theory Analysis of Bidding for a Construction Contract*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, tom 245, No. 6, IOP Publishing, 2017
- [10] Plebankiewicz E., Zima K., Wieczorek D., Review of methods of determining the life cycle cost of buildings. *Creativa Construction Conference*, 2015
- [11] Dziaduch I., *Modele szacowania kosztu cyklu życia: przegląd literatury*, Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczny, Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn, Zakład Logistyki i Systemów Transportowych, 2010
- [12] Węglarz A., Pierzchalski M., Koc D., Koszty w cyklu życia budynku, *Materiały 2 Konferencji Naukowo-Technicznej, Ciechocinek*, str. 43–64, 2016
- [13] Horvath A., *Construction Materials and the Environment, Annual Review of Environment and Resources*, str. 181–204, 2004
- [14] Pierzchalski M., *Architektoniczna optymalizacja budynków mieszkalnych jednorodzinnych w zakresie oddziaływania na środowisko naturalne przy wykorzystaniu oceny cyklu życia (LCA)*, 2018
- [15] Grzyl B., Kristowski A., Jamroz K., Gobis A., Methods of estimating the cost of traffic safety equipment's life cycle. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 122, p. 02003). EDP Sciences, 2017
- [16] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 75, poz. 690)
- [17] Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 21 grudnia 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2020, poz. 2351)
- [18] Ośrodek Wdrożeń Ekonomiczno-Organizacyjnych Budownictwa, *IMB Informacja o cenach materiałów budowlanych, IRS Informacja o stawkach robocizny kosztorysowej oraz cenach pracy sprzętu budowlanego, Informacja o cenach materiałów instalacyjnych IMI, Informacja o cenach materiałów elektrycznych IME*, I kwartał 2021
- [19] Rusiniak A., *praca dyplomowa magisterska pt. Koncepcja algorytmu obliczeń kosztów cyklu życia budynku mieszkalnego wykonanego w technologii energooszczędnej i tradycyjnej*, WILiŚ, PG 2020
- [20] PN-EN 63300-3-3: Zarządzanie niezawodnością część 3-3: Przewodnik zastosowań. Szacowanie kosztu cyklu życia, 2006

XXV Jubileuszowa Ogólnopolska Interdyscyplinarna Konferencja Naukowo-Techniczna



BIELSKO-BIAŁA

EKOLOGIA a BUDOWNICTWO 2021

Bielsko-Biała 14–16 października 2021 r., Hotel Dębowiec ul. Armii Krajowej 220



ZAKRES TEMATYCZNY:

- Problemy ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju.
- Rola administracji państwowej i samorządowej oraz uczestników procesu budowlanego w ochronie i kształtowaniu środowiska.
- Proekologiczne materiały i wyroby budowlane – materiały odnawialne.
- Recykling i wykorzystanie odpadów w budownictwie.
- Skutki techniczne, ekonomiczne i społeczne skażenia obiektów budowlanych i sposoby ich neutralizacji.
- Ekologia terenów zurbanizowanych.
- Kształcenie ekologiczne w budownictwie.
- Rewitalizacja obiektów, terenów przemysłowych i innych.
- Problemy korozji, w tym biologicznej, w budownictwie.
- Problemy projektowania i utrzymywania obiektów budowlanych w strategii zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska.
- Problemy pozyskiwania i użytkowania energii w budownictwie.
- Skutki techniczne działalności budowlanej na istniejące obiekty budowlane.
- Komfort użytkowania budynków, komfort termiczny, jakość powietrza wewnętrznego, komfort wizualny.
- Zrównoważone wykorzystanie zasobów mineralnych, złóż energetycznych, w tym odnawialnych.

RADA NAUKOWO-TECHNICZNA KONFERENCJI:

Przewodniczący prof. dr hab. inż. Leonard Runkiewicz
Zastępca Przewodniczącego dr hab. eur. inż., prof. PP Tomasz Błaszczyszki
Sekretarz dr inż. Michał Piasecki
www.pzitz.bielsko.pl

KOMITET ORGANIZACYJNY:

Przewodniczący mgr inż. Janusz Kozula
PZITB Oddział w Bielsku-Białej
ul. 3 Maja 10/14, 43-300 Bielsko-Biała, Tel./fax 33 822 02 94
e-mail: biuro@pzitz.bielsko.pl