

Certyfikacja budynków energooszczędnych

dr hab. inż. arch. Marcin Furtak, prof. uczelni, dr inż. Małgorzata Fedorczak-Cisak,
mgr inż. Beata Różańska, inż. Paweł Bocheński, mgr inż. Jolanta Gintowt, Politechnika Krakowska

1. Wprowadzenie

Unia Europejska ze względu na wyczerpywanie energetycznych paliw kopalnych oraz globalne ocieplenie, które ma bezpośredni związek ze wzrostem dwutlenku węgla, podjęła szereg działań mających na celu zahamowanie tego zjawiska, m.in. przez kraje członkowskie został opracowany i przyjęty pakiet 3x20 (czyli 20% redukcja emisji gazów cieplarnianych, 20% poprawa efektywności energetycznej oraz podniesienie o 20% wykorzystania energii odnawialnej). Na mocy przyjętych dyrektyw, między innymi Dyrektywy 31/2010/UE, kraje członkowskie UE określają parametry budynków o niemal zerowym zapotrzebowaniu na energię, dostosowane do swoich warunków klimatycznych. Z różnym stopniem zaangażowania są przyjmowane krajowe przepisy wykonawcze zakładające wdrożenie tego typu budynków w Europie. Wspólna, europejska definicja budynków o niemal zerowym zużyciu energii mówi, że takie budynki powinny charakteryzować się znacznie obniżonym poziomem zapotrzebowania na energię w stosunku do budynków tradycyjnych oraz, że ta energia powinna być w dużej mierze wyprodukowana lokalnie z odnawialnych źródeł energii. Tego typu budynki mają stać się standardem w Europie od 2021 roku. W świetle takich przepisów efektywność energetyczna budynków stała się sprawą ważną i konieczną.

2. Międzynarodowa wielokryterialna certyfikacja budynków

Na świecie istnieje wiele systemów certyfikacji budynków. Poniżej została przedstawiona krótka charakterystyka wybranych certyfikatów [1, 2, 3, 4, 5].

2.1. BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Method

BREEAM jest systemem certyfikacji wielokryterialnej budynków, który został wprowadzony w 1990 roku w Wielkiej Brytanii przez BRE Global. Jest obecny w 89 krajach. Ocena i certyfikacja mogą odbywać się na wielu etapach cyklu życia środowiska budynku, od projektowania i budowy – po eksploatację i renowację.

System certyfikacji BREEAM wyróżnia kilka schematów certyfikacji, tj. New Construction dla budynków nowo powstających, Communities dla projektów urbanistycznych, Refurbishment dotyczy renowacji budynków oraz In-Use dla budynków istniejących i użytkowanych minimum dwa lata.

Do głównych założeń systemu BREEAM należą: łagodzenie wpływu budynku na środowisko w całym cyklu jego życia, określenie etykiety środowiskowej dla budynku, stymulowanie popytu i tworzenie wartości dla zrównoważonych budynków, produktów budowlanych i łańcuchów dostaw.

BREEAM ocenia efektywność budynków w poniższych obszarach.

- Zarządzanie: ogólna polityka zarządzania, zarządzanie terenem oraz kwestie proceduralne.
- Energia: zużycie energii świetlnej oraz dwutlenku węgla (CO₂).
- Zdrowie i dobre samopoczucie: wewnętrzne i zewnętrzne czynniki wpływające na zdrowie i dobre samopoczucie pracowników (ilość światła dziennego w pomieszczeniach, temperatura i jakość powietrza, akustyka).
- Zanieczyszczenie środowiska: wpływ na zanieczyszczenie powietrza i wody.
- Transport: emisja CO₂, lokalizacja budynku i bliskość przystanków środków komunikacji miejskiej, zastosowanie udogodnień dla rowerzystów.
- Użytkowanie gruntów: zagospodarowanie terenów zielonych.
- Ekologia: ochrona takich wartości jak bioróżnorodność flory i fauny.
- Materiały: stosowanie materiałów pozyskanych z legalnych i lokalnych źródeł, posiadających odpowiednie certyfikaty ekologiczne.
- Woda: zastosowanie rozwiązań ograniczających zużycie wody.

O otrzymanie certyfikatu BREEAM mogą starać się zarówno budynki mieszkalne (jedno- i wielorodzinne), jak również obiekty komercyjne (biura, obiekty handlowe) oraz inne budynki (m.in. szkoły, uniwersytety, hotele, domy pomocy społecznej). Możliwa jest również certyfikacja niestandardowych typów budynków (np. kino, teatr, obiekt sportowy, obiekt konferencyjny).

2.2. Certyfikacja DGNB

Koncepcja zrównoważonego rozwoju w systemie certyfikacji DGNB jest szeroko zdefiniowana i wykracza poza znany model trójfilarowy. Uwzględnia konsekwentnie wszystkie istotne aspekty zrównoważonego budownictwa. Obejmują one pięć obszarów tematycznych: środowisko, ekonomia, aspekty społeczno-kulturowe i funkcjonalne, technologia i procesy.

DGNB jest jedynym systemem w międzynarodowym porównaniu, który przywiązuje tak samo dużą wagę do ekonomicznego aspektu zrównoważonego budownictwa, jak do kryteriów środowiskowych i społecznych. Oceny zawsze opierają się na całym cyklu życia obiektu.

Certyfikacja obiektu ogólnie dzieli się na:

- certyfikację seryjną: domy prefabrykowane;
- wielokrotną certyfikację: centra handlowe, hotele, budynki logistyczne, biura, budynki produkcyjne, budynki w użyciu;
- wnętrza: biura, sklepy, hotele, restauracje.

Certyfikowane budynki muszą spełniać wszystkie wymagania prawne.

Istnieją dwa wymagania krytyczne, które nie są uzależnione od pozostałych punktów, ale jednocześnie warunkują uzyskanie certyfikatu. Niedopełnienie choć jednego dyskwalifikuje dalszą certyfikację budynku. Te wymagania to:

- w powietrzu wybranych pomieszczeń podlegających testowaniu całkowita zawartość LZO (lotnych związków organicznych) nie może przekraczać 3000 mikro g/m³ oraz zawartość formaldehydu nie może przekraczać 120 mikro g/m³;

- budynki muszą mieć udogodnienia dla osób niepełnosprawnych we wszystkich ogólnodostępnych przestrzeniach.

DGNB obejmuje aspekty: środowiskowy, ekonomiczny, społeczno-kulturowy, technologiczny oraz jakości procesu. Kryteria, które podlegają ocenie podczas certyfikacji, przedstawiono w tabeli 1.

2.3. Certyfikacja PHI – Passive House Institute

Budynki są projektowane, optymalizowane i weryfikowane za pomocą Pakietu Planowania Domów Pasywnych (PHPP). Jest to pakiet w środowisku excel.

Klasy domu pasywnego Classic, Plus lub Premium można uzyskać w zależności od wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Podstawą do tego jest procedura oceny opracowana przez Instytut Domów Pasywnych, a koncentrująca się na „energii pierwotnej odnawialnej” (PER), „Primary Energy Renewable”.

Classic to obecny standard domu pasywnego. Wyższe klasy wymagają mniejszego zapotrzebowania na odnawialną energię pierwotną i dodatkowego wytwarzania energii

Tabela 1. Kryteria i przypisane im parametry według certyfikacji DGNB

Temat	Grupa kryteriów	Nazwa kryterium
Jakość środowiska (ENV)	Wpływ na globalne i lokalne środowisko (ENV1)	ENV1.1 Ocena cyklu życia ENV1.2 Zanieczyszczenia i substancje niebezpieczne ENV1.5 Klimat miejski
	Zasoby Zużycie zasobów (ENV2)	ENV2.2 Systemy obiegu wody ENV2.3 Użytkowanie gruntów ENV2.4 Różnorodność biologiczna
Jakość ekonomiczna (ECO)	Koszty cyklu życia (ECO1)	ECO1.1 Koszty cyklu życia
	Rozwój gospodarczy (ECO2)	ECO2.1 Odporność i zdolność adaptacji ECO2.3 Efektywność wykorzystania terenu ECO2.4 Stabilność wartości ECO2.5 Zagrożenia dla środowiska
Jakość społeczno-kulturowa i funkcjonalna (SOC)	Zdrowie, komfort i zadowolenie użytkowników Satysfakcja użytkowników (SOC1)	SOC1.1 Komfort cieplny w otwartej przestrzeni SOC1.6 Przestrzeń otwarta SOC1.8 Komfort w miejscu pracy SOC1.9 Hałas, emisja spalin i światła
	Funkcjonalność (SOC2)	SOC2.1 Projektowanie bez barier
	Spółeczno-kulturowe Jakość społeczno-kulturowa (SOC3)	SOC3.1 Projektowanie urbanistyczne SOC3.2 Kombinacja społeczna i funkcjonalna SOC3.3 Infrastruktura społeczna i handlowa
Jakość techniczna (TEC)	Infrastruktura techniczna (TEC2)	TEC2.1 Infrastruktura energetyczna TEC2.2 Zarządzanie zasobami TEC2.4 Inteligentna infrastruktura
	Mobilność (TEC3)	TEC3.1 Infrastruktura mobilności – transport zmotoryzowany TEC3.2 Infrastruktura mobilności – piesi i rowerzyści
Jakość procesu (PRO)	Jakość planowania (PRO1)	PRO1.2 Planowanie zintegrowane PRO1.7 Partycypacja PRO1.8 Zarządzanie projektem PRO1.9 Zarządzanie PRO1.10 Konceptcje bezpieczeństwa
	Jakość budowy (PRO2)	PRO2.1 Plac budowy/proces budowlany
	Zapewnienie jakości w fazie użytkowania (PRO3)	PRO3.5 Zapewnienie i monitorowanie jakości

odnawialnej. Opracowany został standard dla budynków klimatu gorącego.

W zależności od standardu spełnienie wymagań dotyczy:

- The Classic – Dom Klasyczny:
 - EU: Zapotrzebowanie na ogrzewanie przestrzeni: nie może przekraczać dla energii użytkowej 15 kWh/rok lub 10 W/m² (powierzchni użytkowej mieszkalnej);
 - EC: Zapotrzebowanie na chłodzenie przestrzeni: nie może przekraczać 15 kWh/m²rok +dodatek na osuszanie (w funkcji klimatu);
 - EP: Zapotrzebowanie na energię pierwotną nie może przekraczać 120 kWh/m²rok dla wszystkich urządzeń domowych (ogrzewanie, chłodzenie, ciepła woda i energia elektryczna),
 - n50: Szczelność obudowy w stanie użytkowym: maksymalnie 0,6 h⁻¹ (co weryfikuje się za pomocą testu ciśnieniowego blower door);
 - Komfort termiczny: Komfort cieplny musi być zapewniony we wszystkich pomieszczeniach mieszkalnych przez cały rok, przy czym przyjmuje się, iż maksymalnie 10% godzin sezonu ogrzewczego w danym roku przekracza 25°C.

Zestawienie i porównanie wartości wskaźnika EP zawiera tabela 2.

- The Passive Classic – Dom Klasyczny (new) (nowa klasyfikacja): EP ≤ 60 kWh/m²rok dla wszystkich urządzeń domowych i np. hal produkcyjnych.
 - The Passive House Plus – Dom Pasywny Plus: EP ≤ 45 kWh/m²rok dla wszystkich urządzeń.
 - The Premium House – Dom Premium: EP ≤ 30 kWh/m²rok dla wszystkich urządzeń.
- Budynki termomodernizowane:
- EnerPHit jest uznanym standardem renowacji istniejących budynków przy użyciu elementów domu pasywnego. Pomimo nieco większego zapotrzebowania na energię, oferuje praktycznie wszystkie zalety Standardu Domu Pasywnego.
 - Klasy EnerPHit Classic, Plus lub Premium można uzyskać w zależności od wykorzystania odnawialnych źródeł energii.
 - Modernizacje krok po kroku mogą również osiągnąć standard EnerPHit za pomocą planu modernizacji EnerPHit i wstępnej certyfikacji jako projekt EnerPHit (lub dom pasywny).
 - The PHI Low Energy Building Standard Standard budynków niskoenergetycznych PHI jest odpowiedni dla budynków,

które z różnych powodów nie spełniają w pełni kryteriów budownictwa pasywnego.

- The Passive House Plus – Dom Pasywny Plus, w którym generowana jest dodatkowa energia, np. z fotowoltaiki, budynki produkują mniej więcej tyle energii, ile zużywają mieszkańcy, przynajmniej w – co prawda nieco mylącym – rocznym bilansie energetycznym netto.
- Passive House Premium – Dom Pasywny Premium, w którym wytwarza się znacznie więcej energii niż potrzeba. Czyli powyżej tego, co już proponują względy ekonomiczne i ekologiczne.

Certyfikacja komponentów

Instytut Budownictwa Pasywnego w Darmstadt prowadzi także certyfikację komponentów. Świadectwa jakości wydawane dla poszczególnych komponentów mają być gwarantem, że dany materiał budowlany czy produkt może zostać użyty przy budowie domu pasywnego. Są to wysokiej jakości komponenty, np. szczelne okna i drzwi, materiały izolacyjne czy wysokosprawny system wentylacji, w celu ułatwienia inwestorom porównywania parametrów poszczególnych produktów.

2.4. Certyfikacja WELL

WELL Building Standard jest systemem certyfikacji wielokriterialnej budynku, który powstał Stanach Zjednoczonych. Jego idea polega na skupieniu się na zdrowiu i komforcie użytkowników budynków. System pozwala na certyfikację nowych budynków, jak również tych istniejących. Na potrzeby oceny zostały stworzone wskaźniki wydajności, strategii projektowania i wykonawcze, które służą regulacji różnych aspektów wpływających na zdrowie, komfort i świadomość użytkowników. W systemie certyfikacji WELL określono dziesięć aspektów podlegających ocenie: powietrze, woda, odżywianie, światło, ruch, komfort termiczny, akustyka, materiały, umysł oraz społeczność. Dla każdej kategorii określono warunki konieczne oraz opcjonalne. Warunki konieczne są wymagane, aby otrzymać certyfikat (dostępne są wersje Silver, Gold oraz Platinum). Spełnienie warunków opcjonalnych, czyli zastosowanie opcjonalnych wymagań projektowych podwyższa ocenę budynku podczas certyfikacji.

System certyfikacji WELL obejmuje schematy:

- New and Existing Buildings dla budynków nowych i istniejących,
- New and Existing Interiors dla nowych i istniejących wnętrz.

Tabela. 2. Wskaźnik energii pierwotnej według standardów certyfikacji PHI

Nazwa	The Classic Dom Klasyczny	The Passive Classic Dom Klasyczny	The Passive House Plus Dom Pasywny Plus	The Premium House Dom Premium
	Podstawowa klasyfikacja		nowa klasyfikacja	
Jednostka	kWh/m ² rok	kWh/m ² rok	kWh/m ² rok	kWh/m ² rok
EP wskaźnik energii pierwotnej	120	60	45	30

2.5. Certyfikacja LEED – Leadership in Energy and Environmental Design

LEED jest przeznaczony dla wszystkich typów budynków i wszystkich faz budowy, w tym nowych konstrukcji, aranżacji wnętrz, eksploatacji i konserwacji oraz stanu surowego. Obecnie obowiązuje LEED v4. Rodzaje certyfikatów i przypisane im rodzaje budynków i konstrukcji przedstawiono dalej.

BD+C Building Design and Construction – Projektowanie i budowa budynków. Do nowych konstrukcji lub większych remontów. Dotyczy: nowa konstrukcja (rdzeń) i obudowa. Obejmuje również aplikacje dla: szkół, handlu detalicznego, hotelarstwa, centrów danych, magazynów i centrów dystrybucji oraz opieki zdrowotnej.

ID+C Interior Design and Construction – Projektowanie i budowa wnętrz. Do kompletnych projektów wyposażenia wnętrz. Zawiera: wnętrza komercyjne. Dotyczy również aplikacji dla handlu detalicznego i hotelarstwa.

O+M Building Operations and Maintenance – Utrzymanie i konserwacja budynków. Do istniejących budynków, które są poddawane pracom modernizacyjnym. Dotyczy również: aplikacji dla szkół, handlu detalicznego, hotelarstwa, centrów danych oraz magazynów i centrów dystrybucji.

Homes – Domy – Do domów jednorodzinnych, wielorodzinnych w niskiej zabudowie (od jednego do trzech pięter) lub w średniej zabudowie (od czterech do sześciu pięter). Dotyczy domów, takich jak: Dom Wielorodzinny Lowrise, Wielorodzinny Midrise Dom oraz budynków mieszkalnych, które mają więcej niż sześć kondygnacji.

Cities and Communities – Miasta i społeczności. Dla całych miast i dzielnic, czy części dzielnic miasta. Projekty LEED for Cities mogą mierzyć i zarządzać zużyciem wody w mieście, zużyciem energii, odpadami, transportem i ludzkimi doświadczeniami.

LEED Recertification – Recertyfikacja LEED – Ponowna certyfikacja LEED to ważny krok w ochronie zasobu budynku.

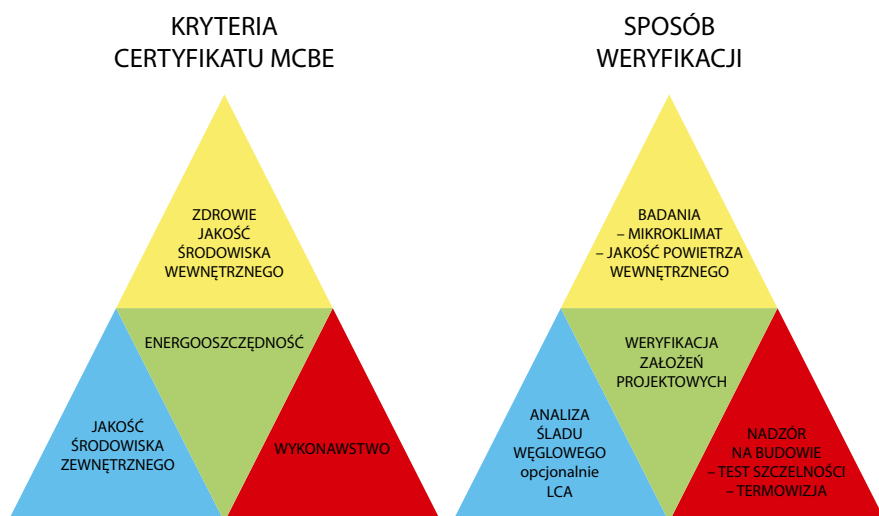
Ponowna certyfikacja pomaga w utrzymaniu i ulepszaniu budynku, przy jednoczesnym utrzymaniu inwestycji w zrównoważony rozwój. Dotyczy wszystkich zajmowanych i będących w użyciu projektów, które wcześniej uzyskały certyfikację LEED – w tym BD+C i ID+C, niezależnie od ich początkowego systemu oceny lub wersji.

LEED Zero – LEED Zero dostępne dla wszystkich projektów LEED certyfikowanych w ramach systemów oceny BD+C lub O+M lub zarejestrowanych w celu uzyskania certyfikacji LEED O+M. LEED Zero jest przeznaczony dla projektów z celami zerowymi netto w zakresie emisji dwutlenku węgla i/lub zasobów.

Przeprowadzenie certyfikacji odbywa się i jest możliwe wyłącznie przy zastosowaniu normalizacji, atestów i aprobat technicznych zgodnie z The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE).

3. Certyfikat MCBE PK – Małopolska pionierem energooszczędności

Spełniając oczekiwania inwestorów, Małopolskie Centrum Budownictwa Energooszczędnego, jednostka Politechniki Krakowskiej wspólnie z partnerami: Małopolskim Laboratorium Budownictwa Energooszczędnego, Narodową Agencją Poszanowania Energii oraz Polską Akademią Nauk (Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią) opracowało Certyfikat Budownictwa Energooszczędnego. Naukowcy i eksperci wzięli pod uwagę regionalne warunki klimatyczne i określili wytyczne, jakie powinien spełniać taki budynek, aby był uznany za energooszczędny, zdrowy i przyjazny środowisku. Certyfikat MCBE PK jest pierwszym opracowanym w Polsce certyfikatem budynków energooszczędnych, spełniającym założenia polskiej definicji budynków o niemal zerowym zapotrzebowaniu na energię. Certyfikat MCBE oparty jest na założeniach: budynek musi być energooszczędny – przyniesie to korzyści finansowe inwestorowi poprzez mniejsze koszty eksploatacyjne, musi być dobrze zrealizowany, bez błędów wykonawczych, dlatego eksperci MCBE uczestniczyć będą z inwestorem w trakcie budowy, służąc swoimi poradami, wybudowany budynek musi mieć dobry mikroklimat oraz charakteryzować się dobrą jakością powietrza wewnętrznego, czyli być zdrowym i komfortowym miejscem, w którym spędzamy większą część naszego życia, i w końcu być przyjazny dla środowiska zewnętrznego, przyczyniając się tym samym od ochrony przyrody. Kryteria i sposób weryfikacji dla budynków w certyfikacji MCBE zawiera rysunek 1.



Rys. 1. Kryteria, na których jest oparty Certyfikat MCBE oraz sposób ich weryfikacji

Firmy i inwestorzy w Małopolsce projektując i budując budynki, które uzyskają Certyfikat MCBE, mają szansę być nie tylko liderami europejskich trendów w obszarze budownictwa energooszczędnego, ale również ambasadorami poprawy jakości życia.

Proces certyfikacji rozpoczyna się już od etapu projektowania, gdzie zespół MCBE pomaga określić parametry projektowe przyszłej inwestycji. W czasie realizacji eksperci Politechniki Krakowskiej sprawdzają, czy budynek wykonany jest poprawnie, zgodnie ze sztuką budowlaną i założeniami projektowymi, a w czasie użytkowania budynek zostanie przebadany pod kątem poprawności realizacji i jakości środowiska wewnętrznego. Dodatkowo dla budynku zostanie określony ślad węglowy, który określi, jak bardzo budynek oddziałuje na środowisko zewnętrzne.

Do chwili obecnej nie ma na rynku polskich certyfikatów potwierdzających wysoką jakość budowanych obiektów pod kątem energooszczędności i zdrowia. Ze względu na duże koszty i trudności formalne w ich spełnieniu, nie przyjęły się u nas w stopniu zadowalającym certyfikaty zagraniczne. Projekt Certyfikatu Budownictwa Energooszczędnego PK jest wprowadzeniem na rodzimy rynek narzędzia weryfikującego założenia projektowe i wykonawcze.

4. Podsumowanie

Z powyższej analizy zestawienia wybranych certyfikatów wynika, iż nie ma jednolitego systemu oceny zarówno środowiska zewnętrznego, jak i wewnętrznego budynków. Wiele parametrów, w zależności od przyjętych kryteriów, ma przypisane różne wagi, co jest wynikiem przyjęcia przez zespoły ekspertów nieco innych, a zmiennych w czasie założeń i kryteriów, co wydaje się słuszne, bowiem środowisko jest holistyczne.

Wydaje się iż Certyfikat MCBE PK zawiera istotne aspekty funkcjonowania budynku zarówno w odniesieniu do środowiska zewnętrznego (przez co realizacja postulatu redukcji dwutlenku węgla jest spełniona, bowiem dostarcza informacji o stanie rzeczywistym, jego weryfikacji in situ i ewentualnych wynikających z weryfikacji postulatów poprawy zastanego stanu rzeczy), jak i w odniesieniu do środowiska wewnętrznego w ujęciu komfortu użytkownika (i tutaj także zachodzi korelacja pomiędzy realizacją założeń projektowych a ich weryfikacją i ewentualnymi zaleceniami poprawy). Tak więc łączy w sobie zarówno aspekt oddziaływania na użytkownika jego środowiska zewnętrznego, jak i środowiska wewnętrznego, przy czym dużo większa waga jest przypisana komfortowi użytkownika poprzez odniesienie się do założeń projektowych poprzez ich weryfikującą ocenę. Analiza wielokryterialna zostaje zrealizowana w całym zakresie tworzenia obiektu: faza wstępna – założenia, faza projektowa – przyjęcie rozwiązań, faza realizacji – kontrola, faza odbioru – weryfikacja, faza użytkowania – weryfikacja, doradztwo (jeden spójny proces).

BIBLIOGRAFIA

- [1] Feist W., Passive House – the next decade. In: Feist, Wolfgang (Hrsg.): Tagungsband zur 18. Internationalen Passivhaustagung 2014 in Aachen, PHI Darmstadt, 2014
- [2] Krick B., Zukünftige Bewertung des Energiebedarfes von Passivhäusern. In: Feist (Hrsg.): Protokollband des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser Nr. 46: Nachhaltige Energieversorgung mit Passivhäusern, PHI Darmstadt, 2012
- [3] Ochs F., Dermentzis G., Wolfgang Feist: Energetic and Economic Optimization of the Renewable Energy Yield of Multi-Storey PHs. In: Feist, Wolfgang (Hrsg.): Tagungsband zur 17. Internationalen Passivhaustagung 2013 in Frankfurt/Main, PHI Darmstadt, 2013
- [4] Knapik M., Analysis of influence of LEED certification process to achieve the passive house standard, Technical Transaction Y.114, tom 9, 2017, DOI 10.4467/2353737XCT.17.154.7166
- [5] Fedorczyk-Cisak M., Furtak M., Gintowt J., Kowalska-Koczwara A., Pachla F., Stupula K., Tatara T., Thermal and vibration comfort analysis of a nearly zero-energy building in Poland, Sustainability, 2018, ISSN:2071-1050

Konferencja Naukowo-Techniczna

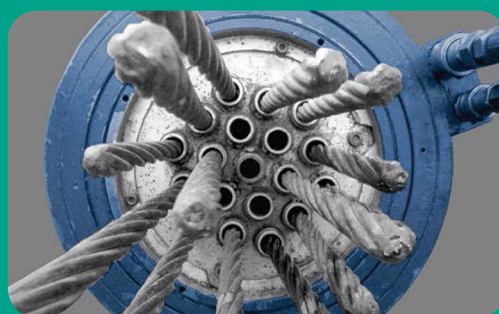
KS2021

KONSTRUKCJE SPRĘŻONE

Kraków, 12-13 maja 2022

WAŻNE TERMINY

- zgłoszenia referatów (tytuł + streszczenie) do 07.12.21
- akceptacja zgłoszonych referatów do 18.12.21
- przesłanie pełnych tekstów referatów do 19.02.22
- Konferencja 12-13.05.22



KONTAKT

Katedra Konstrukcji Żelbetowych i Sprężonych
Politechnika Krakowska
ul. Warszawska 24
31-155 Kraków
tel/fax: (12) 628 20 27
e-mail: ks2021@pk.edu.pl
www.ks2021.pk.edu.pl