

Analiza porównawcza parametrów fizykalnych połączenie ściany zewnętrznej z płytą balkonową – studium przypadku

English title English title English title English English title English title **ABSTRAKT » S. 6**

Jakość cieplna elementów obudowy budynków zależy od poprawnego ukształtowania warstw materiałowych przegród zewnętrznych i złączy budowlanych na podstawie miarodajnych obliczeń ich parametrów fizykalnych. Połączenie ściany zewnętrznej z płytą balkonową stanowi integralną część budynku, które wymaga miarodajnych obliczeń numerycznych z uwzględnieniem wymagań cieplno-wilgotnościowych oraz budownictwa niskoenergetycznego i pasywnego.

CHARAKTERYSTYKA WSPÓŁCZESNYCH BALKONÓW

Współczesne balkony charakteryzują się różnorodnością form i funkcji, odzwierciedlając nowoczesne trendy w budownictwie, architekturze i designie. Popularne są minimalistyczne balustrady, często szklane lub metalowe, które nie przytłaczają przestrzeni i pozwalają na swobodny widok. Duże znaczenie ma także integracja z zielenią, tworząc małe ogrody na balkonach za pomocą donic i zróżnicowanej roślinności. Oświetlenie LED, lampiony czy girlandy świetlne podkreślają nowoczesny charakter i tworzą przyjemny klimat po zmroku. Ważnym aspektem jest również funkcjonalność, z wykorzystaniem praktycznych rozwiązań, takich jak systemy nawadniania roślin, osłony przeciwsłoneczne czy schowki na poduszki i akcesoria. Ogólną charakterystykę współczesnych balkonów zestawiono w **TABELI 1**.

Na **RYS. 1-2** i **FOT. 1-2** przedstawiono wybrane rodzaje balkonów.

PARAMETRY FIZYKLANE POŁĄCZENIA ŚCIANY ZEWNĘTRZNEJ Z PŁYTĄ BALKONOWĄ

Złącza budowlane (mostki cieplne) stanowią integralną część elementów obudowy budynku. Dobór ich warstw materiałowych nie powinien być przypadkowy, lecz oparty na obliczeniach analiz parametrów fizykalnych.

Rozwiązaniem mostka termicznego będzie podanie jego rozkładu temperatur badanego najczęściej w warunkach ustalonego przepływu ciepła. Istotną rolę w ocenie warunków komfortu cieplnego pomieszczenia spełniają temperatury na powierzchniach wewnętrznych mostka. Dla uwzględnienia dodatkowych strat ciepła, spowodowanych działaniem mostka, konieczna jest znajomość rozkładu temperatur na powierzchniach wewnętrznych przegród. Tak więc poprawne wykonanie obliczeń mostka termicznego polega na:

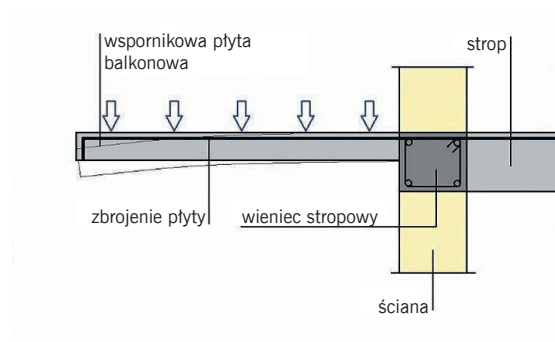
- » podaniu rozkładu temperatur w jego obszarze,
- » określeniu temperatury minimalnej na powierzchniach wewnętrznych przegród,
- » zbadaniu strefy dodatkowych strat ciepła.

Ze względu na konsekwencje występowania mostków cieplnych warto wysunąć następujące postulaty:

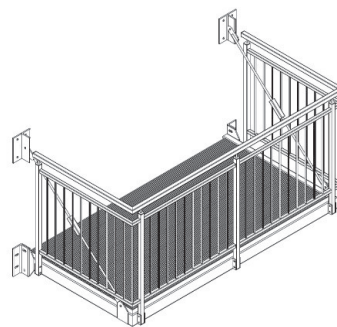
- » należy dążyć do ograniczenia wartości niekorzystnego wpływu na straty ciepła i ryzyko kondensacji,
- » wszystkie mostki termiczne, których można uniknąć, należy wyeliminować na etapie projektowania lub podczas realizacji budynku,

Rodzaje balkonów	Materiały i konstrukcje	Dodatkowe elementy
Balkony wspornikowe (tradycyjne rozwiązanie, niegwarantujące minimalizacji mostka cieplnego na styku ściana zewnętrzna – płyta balkonowa) Balkony podwieszane (optymalizują przestrzeń, często stosowane w małych mieszkaniach) Balkony francuskie (z dużą powierzchnią przeszkloną, doświetlające wnętrze i powiększające optycznie przestrzeń) Balkony dostawiane (zabezpieczają fasady i okna przed czynnikami atmosferycznymi, mogą być obudowane)	Żelbet (tradycyjny materiał, popularny w konstrukcjach balkonów) Stal (wykorzystywana w konstrukcjach nośnych i balustradach, często w połączeniu z szkłem lub drewnem) Szkło (nadaje lekkość i elegancję, stosowane w balustradach i balkonach francuskich) Drewno (naturalne i ciepłe, wykorzystywane w podłogach, balustradach i meblach)	Oświetlenie (lampy wiszące, girlandy, taśmy LED, tworzące przytulną atmosferę) Osłony przeciwsłoneczne (markizy, żagle, rolety, chroniące przed nadmiernym nasłonecznieniem) Meble (wygodne fotele, sofy, hamaki, pozwalające na relaks) Dodatki (poduszki, dywaniki, lampiony, nadające charakteru i stylu) Roślinność (nasady zróżnicowanych roślin)

TABELA 1 Charakterystyka wybranych elementów współczesnych balkonów



RYS. 1 Balkon wspornikowy; rys.: [1]



RYS. 2 Balkon podwieszany; rys.: [2]



FOT. 1 Balkon francuski; fot.: [3]



FOT. 2 Balkony dostawiane; fot.: [4]

» wszystkie miejsca występowania mostków, które nie mogą być usunięte, lub istniejących mostków cieplnych powinny być skonstruowane lub ocieplone tak, aby ich wpływ na straty ciepła oraz na kondensację był minimalny.

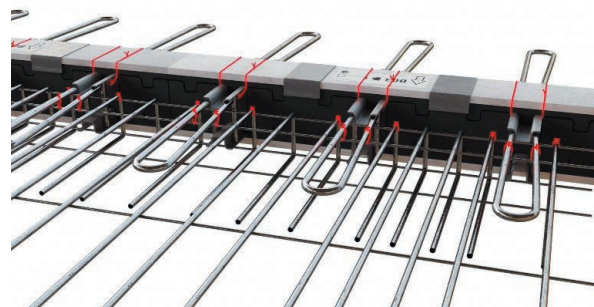
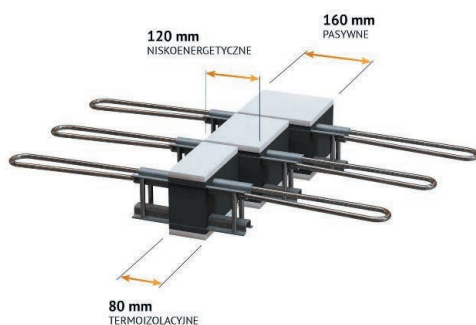
Według pracy [5] dokładność metod obliczeń mostków cieplnych wynosi odpowiednio:

- » obliczenia numeryczne: $\pm 5\%$,
- » katalog mostków cieplnych $\pm 20\%$,
- » obliczenia ręczne $\pm 20\%$,
- » wartości orientacyjne $0 \div 5\%$.

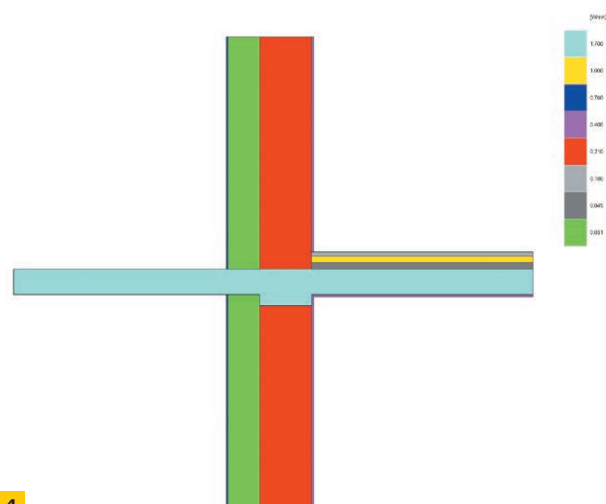
Wpływ mostków termicznych na straty ciepła przez element budynku może być oceniony na podstawie wartości liniowego współczynnika przenikania ciepła Ψ i punktowego współczynnika przenikania ciepła χ . Należy zwrócić uwagę, że ocena wartości Ψ i χ nie jest zdefiniowana (znormalizowana), istnieje możliwość sformułowania pewnych kryteriów w krajowych przepisach dotyczących izolacyjności budynków. W rozporządzeniu [6] nie określono wartości granicznych liniowego i punktowego współczynnika przenikania ciepła, jednocześnie obniżając wartości graniczne współczynnika przenikania ciepła U dla pojedynczych przegród budynku.

Głównym problemem w konstruowaniu połączenia ściany zewnętrznej z płytą balkonową jest zachowanie ciągłości izolacji termicznej. Minimalizację wpływu tego mostka cieplnego można osiągnąć poprzez następujące działania:

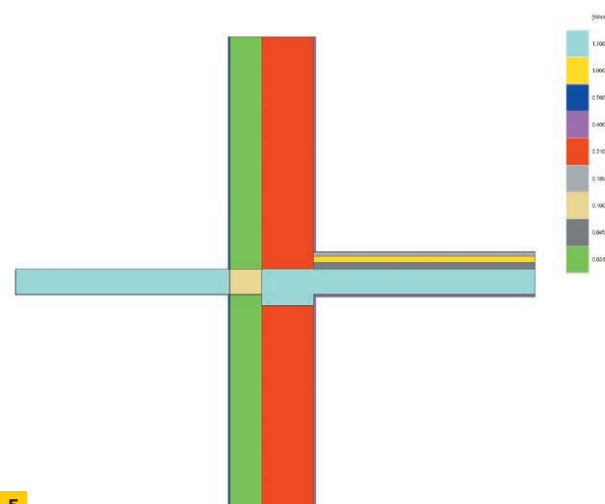
- » oparcie płyty balkonowej na żelbetowych lub stalowych belkach (przerwa izolacji termicznej tylko w miejscach występowania belek kotwionych w wieńcu stropowym),
 - » zastosowanie balkonów dostawianych (konstrukcja balkonów samonośna – nie powoduje przerwania ciągłości izolacji termicznej – FOT. 2),
 - » zastosowanie łączników izotermicznych (służą do bezpiecznego połączenia płyty balkonowej ze ścianą zewnętrzną budynku; oddziela termicznie balkony, zadaszenia czy attyki od budynku; pełni funkcję bezpiecznego połączenia balkonu z płytą stropową – FOT. 5).
- W artykule przedstawiono obliczenia parametrów fizycznych połączenia ściany zewnętrznej z płytą balkonową (RYS. 4–7). Dla czterech wariantów określono parametry fizyczne przy zastosowaniu programu komputerowego TRISCO-KOBRU 86 [8] przyjmując następujące założenia:
- » modelowanie złączy wykonano zgodnie z zasadami przedstawionymi w PN-EN ISO 10211:2017 [9],
 - » opory przejmowania ciepła (R_{si} , R_{se}) przyjęto zgodnie z PN-EN ISO 6946:2017 [10] przy obliczeniach strumieni ciepłych oraz wg PN-EN ISO 13788:2003 [11] przy obliczeniach rozkładu temperatur i czynnika temperaturowego $f_{Rsi(2D)}$,
 - » temperatura powietrza wewnętrznego $t_i = 20^\circ\text{C}$ (pokój dzienny), temperatura powietrza zewnętrznego $t_e = -20^\circ\text{C}$ (III strefa),
 - » wartości współczynnika przewodzenia ciepła materiałów budowlanych λ [$\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$] przyjęto na podstawie danych producenta, »



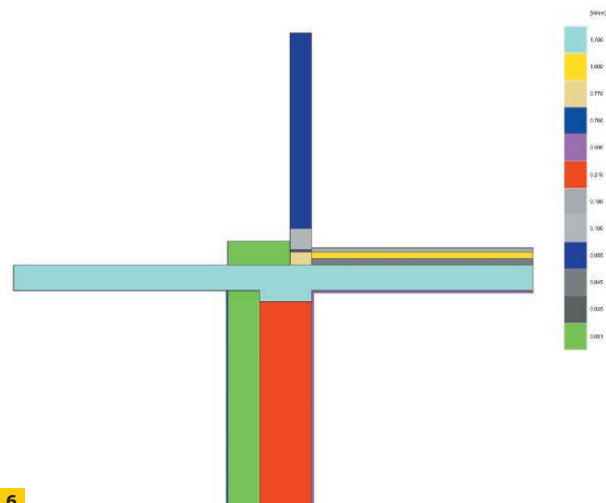
RYS. 3 Przykładowy łącznik izotermiczny; [7]



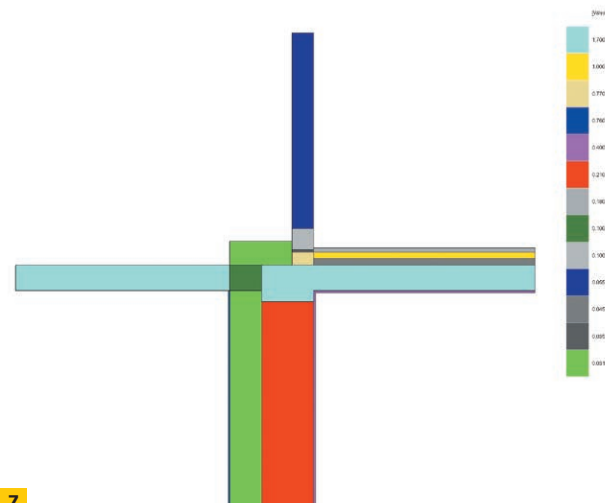
4



5



6



7

RYS. 4–7 Modele obliczeniowe połączenia ściany zewnętrznej z płytą balkonową: płyta wspornikowa przebijająca izolację cieplną (4), płyta wspornikowa z łącznikiem izotermicznym (5), płyta wspornikowa przebijająca izolację cieplną z drzwiami balkonowymi (6) oraz płyta wspornikowa z łącznikiem izotermicznym z drzwiami balkonowymi (7); rys.: autor

- » ściana zewnętrzna dwuwarstwowa: bloczek z betonu komórkowego gr. 24 cm, styropian grafitowy gr. 15 cm – współczynnik przenikania ciepła ściany zewnętrznej określony wg PN-EN ISO 6946:2017 [10] $U_c = 0,162 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$,
- » drzwi balkonowe: rama okienna $U_f = 0,855 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, zestaw szybowy dwukomorowy $U_g = 0,503 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$,
- » łącznik izotermiczny o $\lambda = 0,10 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

Wyniki obliczeń parametrów fizycznych analizowanych złączy zestawiono w **TABELI 2**.

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń (**TABELA 2**) można stwierdzić, że analizowane złącze generuje dodatkowe straty ciepła w postaci liniowego współczynnika przenikania ciepła $\Psi_l = 0,084 \div 0,478 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Przykładową klasyfikację wpływu mostków cieplnych w zależności od wartości liniowego współczynnika przenikania ciepła Ψ podano w **TABELI 3**.

W przypadku budynków projektowanych w standardzie niskoenergetycznym (NF 40) lub w standardzie pasywnym (NF 15) instytucja, która przyznawała dopłaty na realizację takich inwestycji,

Wariant obliczeniowy	Strumień ciepła przepływający przez złącze Φ [W]	Strumień ciepła przepływający przez górną część złącza Φ_g [W]	Strumień ciepła przepływający przez dolną część złącza Φ_d [W]	Liniowy współczynnik przenikania ciepła, określony po wymiarach wewnętrznych Ψ_i [W/(m·K)]	Liniowy współczynnik przenikania ciepła, określony po wymiarach wewnętrznych w odniesieniu do górnej części złącza $\Psi_{i,g}$ [W/(m·K)]	Liniowy współczynnik przenikania ciepła, określony po wymiarach wewnętrznych w odniesieniu do dolnej części złącza $\Psi_{i,d}$ [W/(m·K)]	Temperatura minimalna na wewnętrznej powierzchni przegrody w miejscu występowania mostka cieplnego (2D) $t_{si,min}$ [°C]	Czynnik temperaturowy, określany na podstawie temperatura minimalna na wewnętrznej powierzchni przegrody $f_{Rsi(2D)}$ [-]
I	30,35	10,37	19,98	0,436	0,097	0,339	10,69	0,767
II	16,30	7,04	9,26	0,084	0,015	0,069	17,13	0,928
III	45,65	24,26	21,39	0,478	0,105	0,373	9,95	0,749
IV	33,39	22,09	11,30	0,172	0,051	0,121	15,92	0,898

TABELA 2 Wyniki obliczeń parametrów fizycznych połączenia ściany zewnętrznej z płytą balkonową – opracowanie własne

Klasy wpływu mostka cieplnego oparte na ocenie wartości współczynnika Ψ [W/(m·K)]			
C1	C2	C3	C4
$\Psi_{i,e} < 0,1$	$0,1 \leq \Psi_{i,e} < 0,25$	$0,25 \leq \Psi_{i,e} < 0,5$	$\Psi_{i,e} \geq 0,50$
wpływ pomijany	mały wpływ	duży wpływ	bardzo duży wpływ

TABELA 3 Klasyfikacja wpływu mostków cieplnych na straty ciepła – opracowanie własne na podstawie [5]

sformułowała wartości graniczne liniowego współczynnika przenikania ciepła Ψ_{max} :

- » dla standardu niskoenergetycznego: $\Psi_{max} = 0,20$ W/(m·K) – dla płyt balkonowych, $\Psi_{max} = 0,10$ W/(m·K) – dla pozostałych mostków cieplnych,
- » dla standardu pasywnego: $\Psi_{max} = 0,01$ W/(m·K).

Zgodnie z klasyfikacją mostków cieplnych wg [5] (TABELA 3), wpływ analizowanego mostka cieplnego dla wariantu II jest pomijalny, dla wariantu IV jest mały, a dla wariantu I i III jest duży.

W analizowanym złączu (dla wariantu I i III) występuje ryzyko kondensacji powierzchniowej, ponieważ wartość $f_{Rsi(2D)}$ jest mniejsza od wartości granicznej $f_{Rsi(kryt.)} = 0,785$. Należy zauważyć, że zastosowanie łącznika izotermicznego (wariant II i IV) powoduje obniżenie wartości dodatkowych strat ciepła w złączu w postaci liniowego współczynnika przenikania ciepła Ψ oraz podwyższenie temperatury minimalnej na wewnętrznej powierzchni przegrody w miejscu mostka cieplnego w stosunku do typowego złącza (wariant I i III), w którym płyta balkonowa przebija izolację cieplną.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń i analiz w zakresie kształtowania układów materiałowych złączy budowlanych (m.in. połączenie ściany zewnętrznej z płytą balkonową) można sformułować następujące wnioski końcowe:

- » dobór warstw materiałowych (materiałów konstrukcyjnych i izolacyjnych) powinien opierać się na podstawie miarodajnych obliczeń numerycznych i symulacyjnych z uwzględnieniem wymagań cieplno-wilgotnościowych,
- » zastosowanie łącznika izotermicznego powoduje minimalizację mostka cieplnego:
 - obniżenie wartości liniowego współczynnika przenikania ciepła Ψ , a w konsekwencji ograniczenie strat ciepła przez przenikanie,

obniżenie zapotrzebowania budynku na energię użytkową i ograniczenie emisyjności budynku – wpisuje się w rozwiązanie materiałowe dla budynków niskoenergetycznych, pasywnych czy też zrównoważonych,

- wyeliminowanie ryzyka występowania kondensacji powierzchniowej,

- » parametry fizyczne połączenia ściany zewnętrznej z płytą balkonową zależą od wielu czynników i zmieniających się rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych; wyniki obliczeń i analiz zaprezentowano m.in. w pracach [12, 13, 14, 15, 16],
- » zasadne staje się opracowanie katalogu złączy budowlanych (m.in. połączenie ścian zewnętrznych z płytą balkonową – nie tylko w technologii tradycyjnej murowanej, ale także prefabrykowanej), które pozwolą na aplikowanie w projektowaniu tylko poprawnych i sprawdzonych rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych.

LITERATURA

1. Strona internetowa: <https://receptynadom.pl>
2. Strona internetowa: <https://balkontech.pl/>
3. Strona internetowa: <https://www.sklep.galaktor.pl/>
4. Strona internetowa: <https://copal.com.pl/>
5. P. Wouters, J. Schietecata, P. Standaert, K. Kasperkiewicz, „Ciepłno-wilgotnościowa ocena mostków cieplnych”, Wydawnictwo ITB, Warszawa 2004.
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2017 r., poz. 2285 z późn. zmianami; DzU z 2022 r., poz. 248).
7. Strona internetowa: <https://tipomega.eu/>
8. Program komputerowy TRISCO-KOBRU86.



9. PN-EN ISO 10211:2017, „Mostki cieplne w budynkach. Strumienie ciepła i temperatury powierzchni. Obliczenia szczegółowe”.
10. PN-EN ISO 6946:2017 „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania”.
11. PN-EN ISO 13788:2003, „Cieplno-wilgotnościowe właściwości komponentów budowlanych i elementów budynku. Temperatura powierzchni wewnętrznej umożliwiająca uniknięcie krytycznej wilgotności powierzchni wewnętrznej kondensacji. Metody obliczania”.
12. M. Dybowska, K. Pawłowski, „Balkony – analiza numeryczna parametrów cieplno-wilgotnościowych w świetle nowych wymagań cieplnych”, „IZOLACJE” 6/2014, s. 52–57.
13. M. Dybowska, K. Pawłowski, „Kształtowanie parametrów fizycznych złączy ścian zewnętrznych z płytą balkonową”, „Materiały budowlane” 5/2015, s. 97–99.
14. M. Dybowska-Józefiak, K. Pawłowski, M. Wesołowska, „Analiza numeryczna parametrów cieplno-wilgotnościowych złączy ścian zewnętrznych z płytą balkonową w świetle nowych wymagań cieplnych”, „Budownictwo i Inżynieria Środowiska”/„Civil and Environmental Engineering” 2/2016 (Vol. 7 No. 2), Politechnika Białostocka, Białystok 2016, s. 71–80.
15. K. Pawłowski, „Balkony – projektowanie numeryczne złączy z uwzględnieniem wymagań cieplno-wilgotnościowych od 1 stycznia 2021 r.”, „IZOLACJE” 4/2020, s. 28÷34.
16. K. Pawłowski, „The thermal quality of construction joints with the balcony slab”, „Budownictwo o zoptymalizowanym potencjale energetycznym” Vol. 10, 2/2021, s. 23–30.

ABSTRAKT

Kształtowanie układów materiałowych złączy budowlanych powinna opierać się na analizie wyników obliczeń parametrów fizycznych przy zastosowaniu programu komputerowego. W artykule zaprezentowano obliczenia w zakresie wpływu połączenia ściany zewnętrznej z płytą balkonową na parametry cieplno-wilgotnościowe. Przeprowadzono także ocenę analizowanych wariantów obliczeniowych w zakresie liniowego współczynnika przenikania ciepła Ψ oraz obniżenia temperatury na wewnętrznej powierzchni przegrody $t_{si,min}$ (występowania kondensacji powierzchniowej).

English text

KRZYSZTOF PAWŁOWSKI dr inż., wykładowca i pracownik badawczo-dydaktyczny na Wydziale Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Bydgoskiej im. J. i J. Śniadeckich w Bydgoszczy. Interesuje się zagadnieniami dotyczącymi kształtowania zewnętrznych przegród budowlanych i ich złączy. Jest autorem i współautorem 11 monografii naukowych oraz ponad 120 artykułów z zakresu budownictwa ogólnego, fizyki budowli i materiałów budowlanych. Posiada uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej budynków i lokali. Jest członkiem Zrzeszenia Audytorów Energetycznych oraz Polskiego Stowarzyszenia Budownictwa Ekologicznego. Ponadto jest autorem i współautorem ekspertyz budowlanych i opinii technicznych dotyczących ochrony cieplno-wilgotnościowej

budynków. Prowadzi wykłady i ćwiczenia z przedmiotów: fizyka budowli, podstawy budownictwa, eksploatacja obiektów budowlanych, budownictwo niskoenergetyczne, certyfikacja energetyczna, budownictwo energooszczędne i pasywne, aspekty prawne w budownictwie energooszczędnym, projektowanie architektoniczne budynków energooszczędnych, geometria wykreslna, a także przedmiotów obejmujących zagadnienia charakterystyki energetycznej budynków i lokali w ramach studiów podyplomowych i kursów. Jest promotorem kilkudziesięciu prac dyplomowych inżynierskich, magisterskich i promotorem pomocniczym rozpraw doktorskich oraz organizatorem Ogólnopolskiej Konferencji Studentów i Doktorantów Budownictwo Zrównoważone.

PROMOCJA

IZOLACJE.com.pl

budownictwo | przemysł | ekologia

- Specjalistyczna wiedza
- Merytoryczne treści
- Aktualności z branży
- Bezpłatne e-booki

