

dr inż. Barbara Ksit<sup>1)</sup>  
 ORCID: 0000-0001-6459-8783  
 inż. Karol Kowalski<sup>2)\*</sup>

# Analiza systemów termorenowacji na podstawie budynku dwukondygnacyjnego

## *Analysis of thermorenovation systems based on a two-story building*

DOI: 10.15199/33.2020.03.03

**Streszczenie.** W artykule opisano materiały termoizolacyjne, historię metod termorenowacji stosowanych w Polsce oraz analizę materiałów pod kątem współczynnika przewodzenia ciepła.

**Słowa kluczowe:** ETICS; materiał termoizolacyjny; współczynnik przenikania ciepła; termorenowacja.

**Abstract.** The article presents the description of thermal insulation materials, description and history of thermorenovation methods used in Poland and the analysis of materials in terms of the coefficient of heat conductivity.

**Keywords:** ETICS; thermal insulation material; heat transfer coefficient; thermorenovation.

Zwiększające się z roku na rok koszty energii, kurczące się zasoby naturalne oraz coraz większa emisja CO<sub>2</sub> do atmosfery sprawiają, że kwestia energooszczędności istniejących oraz nowo projektowanych budynków staje się jednym z istotnych tematów budownictwa. Starannie zaprojektowane budynki, które zostały wykonane zgodnie z zasadami fizyki budowli, redukują nie tylko znacznie koszty ogrzewania, ale także przyczyniają się do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych i dewastacji środowiska naturalnego. Dobrze dobrana izolacja cieplna budynku znacznie ogranicza straty energii, obniżając tym samym koszty związane z ogrzaniem i utrzymaniem w nim ciepła. Jednorazowa inwestycja w izolację termiczną dobrej jakości pozwala oszczędzić na ogrzewaniu przez cały okres eksploatacji budynku.

### Metody termorenowacyjne

Metody termorenowacji budynków dzielą się na mokre i lekkie suche. Wśród metod mokrych pierwsza była **metoda ciężka mokra**, opracowana w Polsce w latach siedemdziesiątych XX wieku, aby zabezpieczyć ściany budynków wielkopłytowych przed przemarzaniem i przeciekami. Metoda ta została wyparta przez **metodę lekką mokrą**. Oklejano wówczas całe powierzchnie ścian styro-

pianem grubości 2 – 3 cm, zawieszano siatki konstrukcyjne z prętów stalowych na stalowych bolcach oraz wykonywano trójwarstwowy zewnętrzny tynk cementowo-wapienny na siatce stalowej podtynkowej Ledóchowskiego.

Pierwsze próby wg tej metody wykonywano w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych, a upowszechniła się w latach dziewięćdziesiątych. Metoda lekka mokra polega na zamocowaniu do zewnętrznej powierzchni ściany izolacji cieplnej z wybranego materiału termoizolacyjnego (pianka PUR/PIR, styropian, wełna mineralna), wykonaniu na nim warstwy zbrojenia z siatki z włókna szklanego zatopionej w zaprawie klejowo-szpachlowej, a następnie nałożeniu tynku cienkowarstwowego zawierającego lepiszcze polimerowe lub polimerowo-cementowe produkowanego w różnych technologiach, granulacjach oraz strukturach.

Metoda lekka mokra funkcjonowała pod nazwą BSO (Bezspoinowy System Ociepleń) do czasu wprowadzenia instrukcji ITB 447/2009. Obecnie system ten jest stosowany pod nazwą ETICS (ang. *External Thermal Insulation Composite System*) [2], czyli zewnętrzny złożony system izolacji cieplnej (fotografia). Nazwa ta jest tożsama z wytycznymi do europejskich aprobat technicznych dotyczących ocieplenia ścian zewnętrznych ETAG 004.

Lata 80. XX wieku to wdrożenie na szeroką skalę metody lekkiej suchej z okładziną elewacyjną z płyt a-c, paneli oraz powlekaną blachą trapezową. W metodzie tej do montażu ocieplenia i wykończenia

ścian budynków nie używamy kleju, zaprawy, a tym samym wody przy wykonywaniu ocieplenia. Wszystkie warstwy mocowane są mechanicznie przy użyciu, śrub, gwoździ, zszywek. Metoda ta polega na ułożeniu izolacji termicznej na ścianach budynków, pomiędzy listwami rusztu konstrukcyjnego z zaimpregnowanego drewna lub metalowych profili, do których mocowana jest warstwa elewacyjna – siding winylowy lub deski. Głównym materiałem termoizolacyjnym jest wełna mineralna, ale stosuje się także styropian.



**Przykładowe ocieplenie ścian metodą ETICS**

Fot. K. Kowalski

*Example of wall insulation using the ETICS*

### Analiza systemów termorenowacji

Analiza została przeprowadzona w budynku jednorodzinny, niepodpiwniczonym z poddaszem użytkowym o powierzchni ścian zewnętrznych 118 m<sup>2</sup> z uwzględnieniem otworów drzwiowych i okiennych. Nie uwzględniono w niej izolacji ścian fundamentowych, podłogi na gruncie, balkonu, tarasu oraz poddasza i dachu. Ściany zewnętrzne są dwuwarstwowe. Warstwę konstrukcyjną stanowi

<sup>1)</sup> Politechnika Poznańska; Wydział Budownictwa i Transportu

<sup>2)</sup> AGROPOL Adam Kowalski;

\* Adres do korespondencji: kowkar12@wp.pl

blok wapienno-piaskowy SILKA E24 klasy 20 o następujących parametrach: wymiary – 240 x 333 x 199 mm; górna granica gęstości – 1600 kg/m<sup>3</sup>; współczynnik przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,55$  W/(m·K); opór cieplny R – 0,44 (m<sup>2</sup>·K)/W; odporność ogniowa: REI 240/EI 240; wytrzymałość na ściskanie: 20 N/mm<sup>2</sup>.

Współczynnik przenikania ciepła analizowanej ściany wynosi  $U = 1,65$  W/(m<sup>2</sup>·K). Przeprowadzono obliczenia ciepłno-wilgotnościowe teoretycznych przegród, które pozwoliły na ustalenie grubości rozpatrywanych materiałów termoizolacyjnych (tabela 1). Przyjętym założeniem było spełnienie przez rozpatrywaną przegrodę warunków technicznych z 2017 r., w których wymagana wartość  $U_C \leq U_{C(max)} = 0,23$  W/(m<sup>2</sup>·K). Obliczenia wykonano zgodnie z normą PN-EN ISO 6946. W analizie pominięto wpływ liniowych

**Tabela 2. Współczynnik przenikania ciepła ścian zewnętrznych z zastosowaniem różnych materiałów termoizolacyjnych [1]**  
*Table 2. Heat transfer coefficient of external walls using various heat-insulating materials [1]*

Rodzaj izolacji zastosowanej w przegrodzie	Minimalna grubość materiału termoizolacyjnego spełniająca wymagania WT2017 [cm]	Współczynnik przenikania ciepła przegrody pionowej $U_C$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Styropian EPS 038	15	0,217
Płyty PIR 023	10	0,200
Płyty PUR 024	10	0,207
Styropian EPS 040	15	0,227
Wełna mineralna 036	14	0,220
Maty aerożelowe 017	7	0,210
Płyty rezolowe 022	9	0,211
Włókna drzewne 042	16	0,224
Panele VIP 006	2,5	0,207
Styropian grafitowy EPS 030	12	0,215

powinają tę samą termoizolacyjność przy mniejszej grubości warstwy, są chętnie stosowane. „Odchudzenie” warstwy termoizolacyjnej pozwala bowiem na zmniejszenie bryły ocieplane-go budynku.

## Literatura

- [1] Kowalski Karol. 2017. *Analiza systemów termorenowacji na podstawie budynków dwukondygnacyjnych. Praca inżynierska*. Politechnika Poznańska, WBiIŚ, promotor dr inż. B. Ksit.
- [2] Riedel Werner, Heribert Oberhaus, Frank Frossel. 2011. *Ochrona cieplna budynków – systemy izolacji cieplnej – ETICS*. Warszawa. POLCEN Sp. z o.o.
- [3] [www.termomodernizacja.pl/ocieplenie-pianka-pur-pir-roznic/](http://www.termomodernizacja.pl/ocieplenie-pianka-pur-pir-roznic/) (dostęp 12.02.2019).
- [4] [www.dom.pl/jak-prawidlowo-wykonywac-ocieplenie-budynkow.html](http://www.dom.pl/jak-prawidlowo-wykonywac-ocieplenie-budynkow.html) (dostęp 15.02.2019).
- [5] [www.budujemydom.pl/stan-surowy/termoizolacja/a/795-czym-i-kiedy-ocieplac-sciany-ze-wnetrzne](http://www.budujemydom.pl/stan-surowy/termoizolacja/a/795-czym-i-kiedy-ocieplac-sciany-ze-wnetrzne) (dostęp 25.02.2019).

**Tabela 1. Zestawienie wybranych materiałów termoizolacyjnych [1, 3, 4, 5]**

*Table 1. Tally of selected thermal insulation materials [1, 3, 4, 5]*

Parametr	Styropian	Wełna mineralna	Pianka poliuretanowa (PUR)	Próżniowe panele (VIP)	Aerożel	Włókna konopne	Płyty rezolowe (fenolowe)	Włókna celulozowe	Wełna drzewna
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda$ [W/(mK)]	0,030 – 0,044	0,030 – 0,045	0,020 – 0,030	0,004 – 0,008	0,014 – 0,016	0,038 – 0,040	0,020 – 0,025	0,036 – 0,043	0,038 – 0,048
Gęstość [kg/m <sup>3</sup> ]	10 – 40	20 – 220	6 – 60	190 – 210	117 – 145	38 – 40	35 – 45	60 – 65	50 – 250
Klasa odporności ogniowej	E	A1	E	B2	A	E	B1	B	E
Nasiąkliwość objętościowa po długotrwałym zanurzeniu [%]	5	3 – 10	2	–	–	40 – 100	–	20 – 50	–
Wytrzymałość na ściskanie [kPa]	70 – 250	15	150 – 175	100	–	100	120	–	100
Wytrzymałość na rozciąganie [kPa]	100	10	–	–	20 – 80	–	60	–	–
Paroprzepuszczalność	duża	duża	–	–	duża	duża	–	duża	duża
Współczynnik oporu dyfuzyjnego $\mu$	30	1	80	–	10	1	35	1	3
Porowatość [%]	90 – 95	–	90	–	do 99,98	75	–	–	–
Izolacja akustyczna $R_w$ [dB]	25 ± 2	32 ± 2	25 ± 2	–	30	–	25 ± 2	–	–
Odporność na związki chemiczne	nieodporny na działanie rozpuszczalników organicznych, benzyny, ropy	odporna	nieodporna na działanie kwasów HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HNO <sub>3</sub> i rozpuszczalników organicznych	odporne	odporny	nieodporne na działanie kwasów HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HNO <sub>3</sub>	odporne	nieodporne na działanie kwasów HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HNO <sub>3</sub>	nieodporna na działanie kwasów HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HNO <sub>3</sub>
Odporność na czynniki biologiczne	odporny	odporna	odporna	odporne	odporny	odporne	odporne	odporne	odporna
Wpływ na zdrowie ludzi	nieszkodliwy	może podrażniać skórę i drogi oddechowe podczas montażu	nieszkodliwa	nieszkodliwe	może podrażniać skórę i drogi oddechowe podczas montażu	nieszkodliwe	nieszkodliwe	nieszkodliwe (wymaga specjalistycznego ubioru podczas wdmuchiwania)	nieszkodliwa

i punktowych mostków termicznych oraz poprawki ze względu na łączniki mechaniczne. Wartość współczynników przenikania ciepła przez rozpatrywaną przegrodę z zastosowaniem odpowiedniego rodzaju i grubości materiału termoizolacyjnego przedstawiono w tabeli 2.

## Podsumowanie

Rozwój technologii termorenowacji pozwala inwestorom na coraz efektywniejsze zabezpieczenie budynków przed utratą ciepła, a tym samym zmniejszenie kosztów utrzymania budynku. Jak wykazała analiza, materiały, które za-

artykuł powstał na podstawie pracy dyplomowej [1], która brała udział w konkursie na najlepszą pracę dyplomową z wykorzystaniem poliuretanów, zorganizowanym przez Polski Związek Inżynierów i Techników Budowlanych Koło nr 4 przy Politechnice Poznańskiej oraz Polski Związek Producentów i Przetwórców Izolacji Poliuretanowych PUR i PIR.

Przyjęto do druku: 27.02.2020 r.