

## SZCZELNOŚĆ OBUDOWY A OCHRONA CIEPLNA BUDYNKU

Paweł KRAUSE

Politechnika Śląska, Katedra Procesów Budowlanych  
Zakład Budownictwa Ekologicznego  
ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice, e-mail: [Pawel.Krause@polsl.pl](mailto:Pawel.Krause@polsl.pl)

**Streszczenie:** W niniejszym artykule przedstawiono zagadnienie wpływu szczelności obudowy na stan ochrony cieplnej wybranych budynków. Przeprowadzone badania dotyczące jakości cieplnej budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej wskazują na znaczny wpływ niekontrolowanej infiltracji powietrza na zużycie ciepła do ogrzewania.

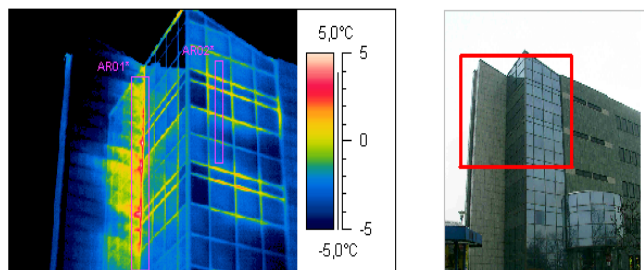
**Słowa kluczowe:** Ochrona cieplna, szczelność, infiltracja, badania termowizyjne, zużycie ciepła.

### 1. WPROWADZENIE

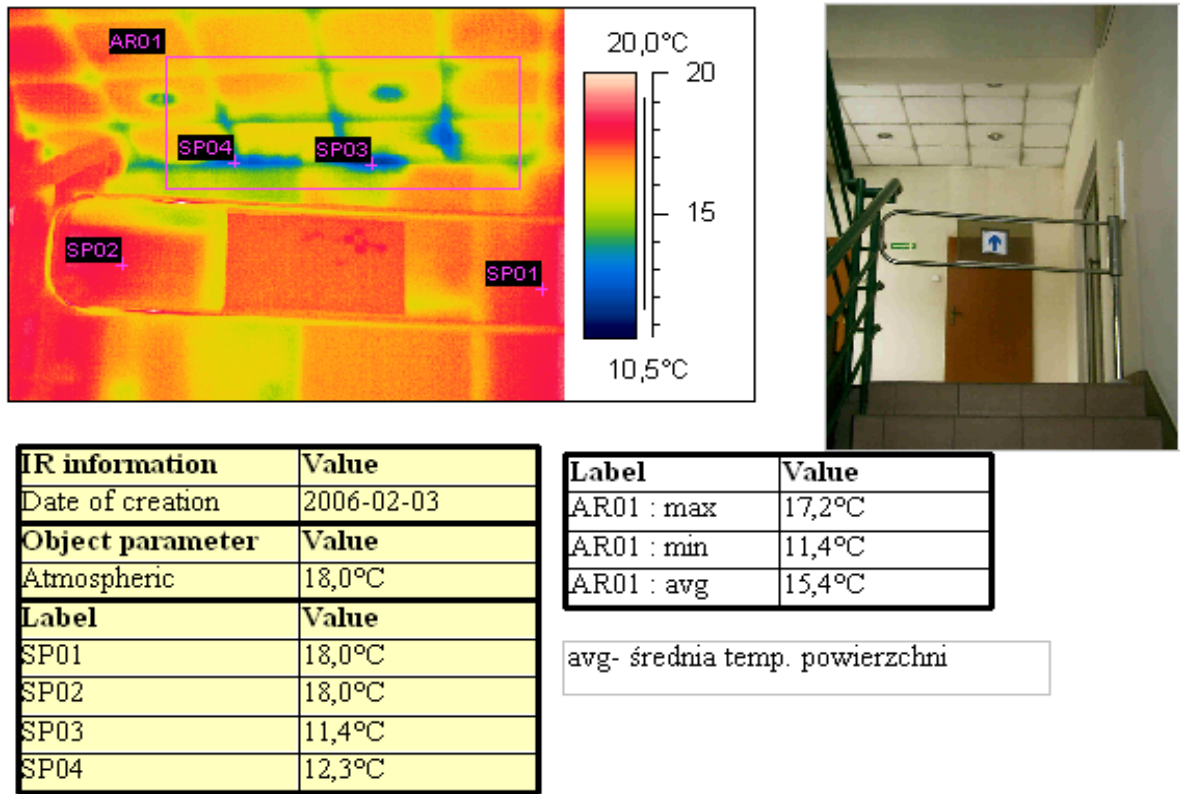
W ostatnich latach obserwuje się znaczny wzrost znaczenia zagadnień cieplno-wilgotnościowych w projektowaniu i wykonawstwie budynków. Zauważalna jest poprawa świadomości uczestników procesu budowlanego w temacie ochrony cieplnej (choć jest ona wciąż zbyt mała). Niestety w dalszym ciągu ochrona wilgotnościowa stwarza znaczne trudności. O ile ochrona przed wpływami atmosferycznymi oraz kondensacją wilgoci jest czasem uwzględniana, o tyle zagadnienia związane ze szczelnością budynku są przeważnie pomijane. Budynki powinny być zaprojektowane oraz wznoszone w sposób zapewniający ekonomicznie uzasadnioną wielkość strat ciepła do otoczenia. W praktyce inżynierskiej jest to realizowane poprzez dobór odpowiedniej izolacyjności termicznej przegród zewnętrznych oraz minimalizację oddziaływania mostków cieplnych. Przegrody zewnętrzne budynków składają się z wielu zróżnicowanych materiałów budowlanych. Spełnienie stawianych im wymagań uzależnione jest w istotny sposób od odpowiedniego ich wbudowania. Nieprawidłowy dobór materiałów oraz błędy wykonawcze wpływają na istnienie niekontrolowanej infiltracji powietrza w obudowie budynków. Infiltrujące w sposób niekontrolowany powietrze zmienia rozkład temperatury w ścianach zewnętrznych oraz na ich powierzchniach, powodując w okresach zimowych lokalne ich wychładzanie.

### 2. DETEKCJA NIESZCZELNOŚCI

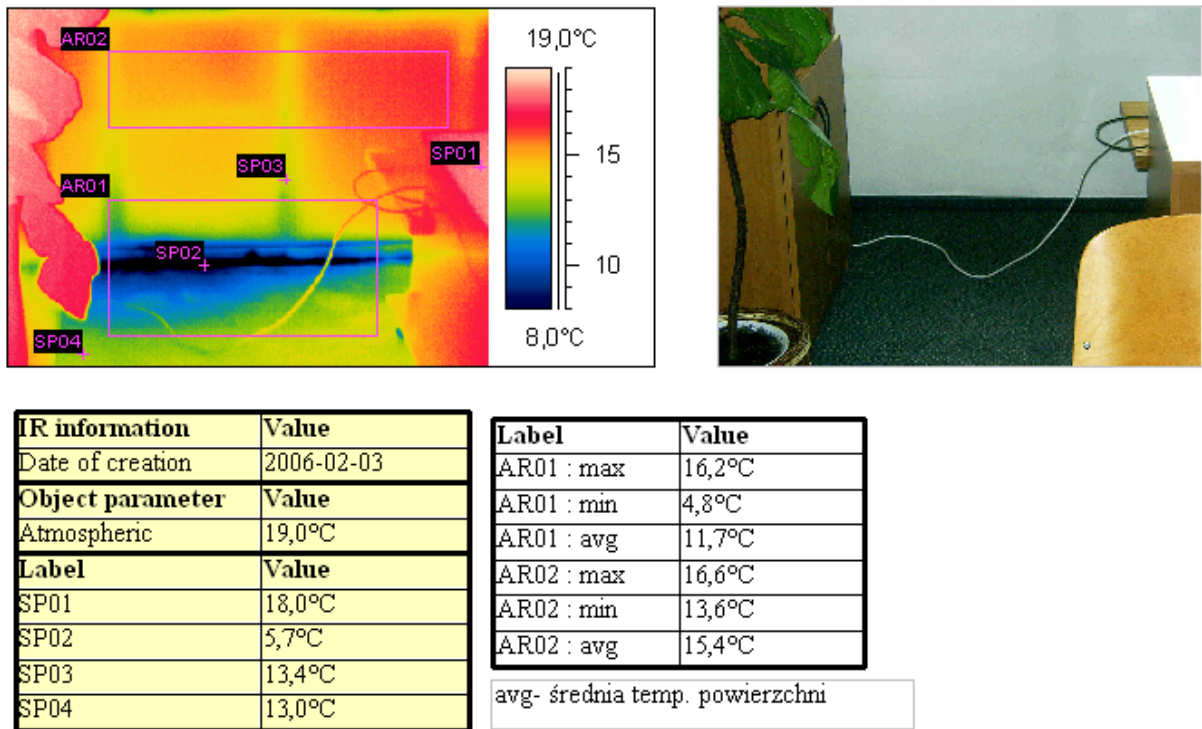
W celu określenia jakościowej oceny związanej ze szczelnością obudowy budynków przeprowadzono badania termowizyjne. Badaniom poddano budynki istniejące po przeprowadzonych pracach termo-modernizacyjnych. Zasada diagnozowania polegała na ustaleniu czy otrzymane z badań rozkład temperatury jest prawidłowy, czy też identyfikuje defekty termiczne wynikające z niekontrolowanej infiltracji powietrza, w postaci nieszczelności. Badania pozwoliły na wykrycie nieszczelności w obudowie budynków, zarówno od strony wewnętrznej jak i od zewnątrz. Przedmiotem badań były budynki mieszkalne i użyteczności publicznej, realizowane w technologiach uprzemysłowionych. Pierwszą analizowaną grupą były budynki użyteczności publicznej. Przedstawiony poniżej budynek typu Lipsk (rys 1-3) początkowo pełnił funkcję domu studenckiego. Konstrukcja budynku została zaprojektowana i wykonana jako szkielet stalowy. Stropy płytowe żelbetowe oparte na stalowych belkach dwuteowych. Budynek posiadał ściany osłonowe z warstwą osłonową wykonaną ze szkła hartowanego, ocieplone wełną mineralną gr. 8 cm.



Rys. 1. Nieszczelności w ścianach zewnętrznych budynku.  
Fig. 1. Air leakage in external walls.



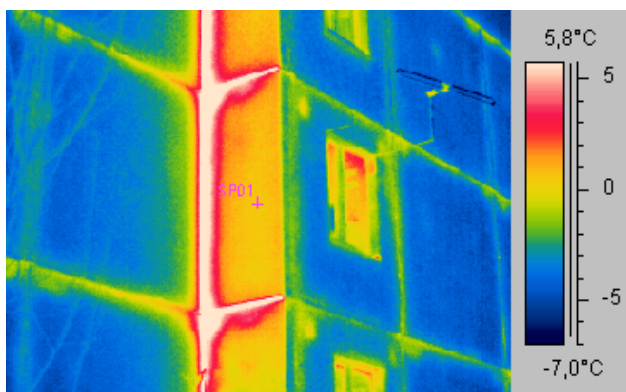
Rys. 2. Niekontrolowana infiltracja powietrza w obrębie połączenia sufitu podwieszanego i ściany wewnętrznej.  
 Fig. 2. Air leakage in a corner external wall-ceiling I.



Rys. 3. Zdiagnozowane nieszczelności na połączeniu ściany osłonowej i stropu.  
 Fig. 3. Air leakage in a corner external wall-ceiling II.

Po przeprowadzeniu prac modernizacyjnych budynek pełni funkcje dydaktyczne dla wyższej uczelni. Ze względu na stan techniczny oraz zmianę funkcji obiektu opracowany projekt zakładał wykonanie nowych ścian osłonowych w konstrukcji aluminiowej, z dodatkowym ociepleniem wełną mineralną gr. 12 cm oraz okładziną zewnętrzną ze szkła refleksyjnego. W projekcie termomodernizacji budynku zapewniono współczynnik przenikania ciepła na poziomie nieprzekraczającym wartości maksymalnej WT. Przeprowadzone w 2006 r. badania wykazały, iż w części pomieszczeń, przy maksymalnej mocy grzejników, nie można uzyskać wymaganej temperatury eksploatacyjnej, zapewniającej odpowiedni komfort cieplny. Miało to miejsce przy temperaturach zewnętrznych niższych niż 5°C. Wiązało się to z faktem, iż przegrody zewnętrzne przedmiotowego budynku nie zapewniały należytej szczelności na infiltrację powietrza w warunkach zimowych, powodując lokalne wychłodzenia pomieszczeń. Przyczyną powyższego tkwiła w nieprawidłowym przyjęciu rozwiązań detali projektowych oraz dodatkowo w wadliwym ułożeniu izolacji cieplnej w ścianach zewnętrznych.

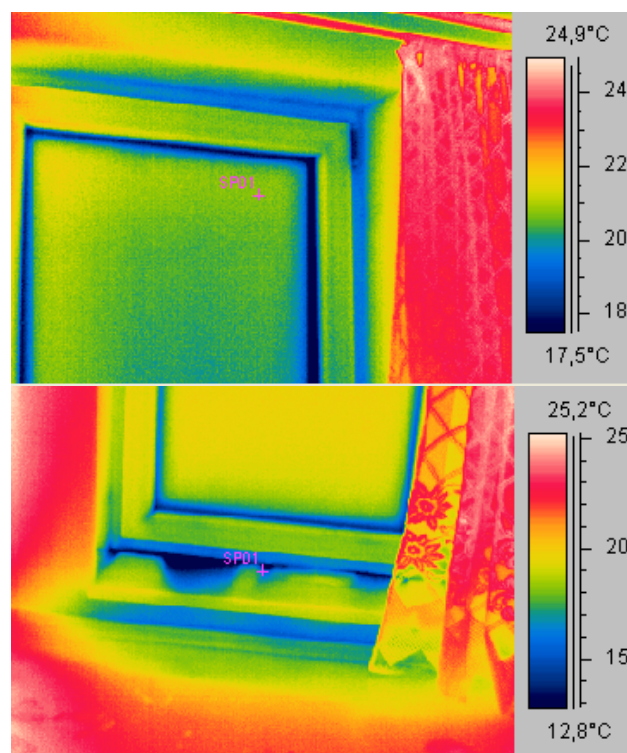
Drugą analizowaną grupą były budynki mieszkalne, wykonane w technologii wielkopłytkowej W-70 (z lokalnymi jej odmianami), poddane kompleksowej termomodernizacji. Jednym z istotnych kryteriów decydujących o przeprowadzeniu prac modernizacyjnych w ww. budynkach było wyeliminowanie nieszczelności przez poziome i pionowe złącza. Pierwotnie w złączu poziomym podstawowym elementem zabezpieczającym szczelność był próg o wysokości użytkowej równej 5 cm. Dodatkowo uszczelnienie złącza stanowił elastyczny walek np. z polocelu. W złączu poziomym rolę tę spełniała od zewnątrz wkładka z blachy aluminiowej lub gumy. Dodatkowo złącza wypełniano taśmą denso lub KP. Ze względu na trwałość rozwiązań złącza, w trakcie eksploatacji budynków, uszczelniano dodatkowo np. olkitem lub pianką PU.



Rys. 4. Złącza budynku wielkopłytkowego przed modernizacją.  
Fig. 4. House before modernization.

Przeprowadzenie termomodernizacji w analizowanych budynkach wyeliminowało występowanie nieszczelności w ścianach zewnętrznych. Wiąże się to z zastosowaniem w większości przypadków Bezspoinowego Systemu Ocieplającego (BSO). Wykonane badania [2] wykazały jednakże występowanie innego rodzaju nieszczelności w modernizowanych budynkach, które miały związek z:

- ramami okiennymi (połączenie okna ze ścianą),
- drzwiami zewnętrznymi na klatkę schodową,
- mechanizmami rolet okiennych,
- instalacjami (przejścia kablowe, itp.).



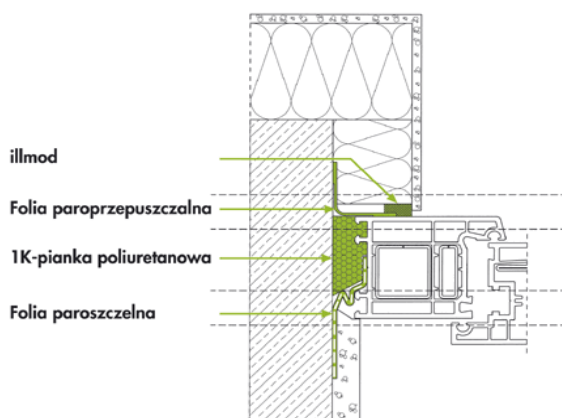
Rys. 5,6. Niekontrolowana infiltracja powietrza stolarki okiennej i drzwiowej.

Fig. 5,6. Air leakage in window and door.

### 3. ROZWIĄZANIA MATERIAŁOWE

W celu zapewnienia szczelności przegród budowlanych, należy odpowiednio dobrać ich rozwiązania materiałowo-konstrukcyjne. Zastosowanie materiałów o odpowiednio wysokim oporze dyfuzyjnym nie gwarantuje wystarczającej szczelności całej konstrukcji. Istotne jest by połączenia wszystkich warstw odpowiadających za szczelność obudowy budynku były odpowiednio zaprojektowane i wykonane. Jako typowe materiały uszczelniające można zastosować różnego rodzaju taśmy (elastomery, bitumy, PE,...) oraz folie (PCV,...). Każdy z materiałów wymaga zastosowania odpowiedniej technologii uszczelniania

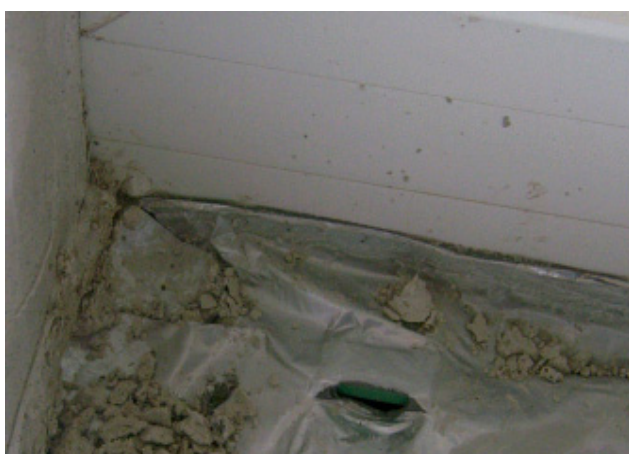
miejsz szczególnych (połączenia materiałowe, połączenia z konstrukcją itp.). Istotnym dla trwałości połączenia jest odpowiedni dobór materiałów uszczelniających. W związku z powyższym powinno się stosować rozwiązania systemowe, zapewniając dotrzymanie reżimów technologicznych systemodawcy. Przykładowe rozwiązanie kompletnego systemu do montażu stolarki okiennej przedstawiono na rys 7.



Rys. 7. Zapewnienie szczelności połączenia ramy okiennej ze ścianą zewnętrzną wg systemu Illbruck [4].

Fig. 7. Tightness in a corner external wall-window – Illbruck System [4].

W przypadku nieuniknionych perforacji warstwy izolacyjnej poprzez zastosowanie łączników mechanicznych (gwoździe, śruby) nie stanowi istotnego problemu dla zapewnienia odpowiedniej szczelności warstwy, do momentu uszkodzenia izolacji – rys 8. Jak wykazały badania w miejscach przebicia występują jedynie niewielkie zaburzenia szczelności.



Rys. 8. Uszkodzenie mechaniczne izolacji (foto wł. autora)  
Fig. 8. Mechanical damage of insulation.

#### 4. PODSUMOWANIE

Przedstawienie cyklicznie powtarzających się defektów, związanych z brakiem odpowiedniej szczelności obudowy budynków, wskazuje na powszechny problem związany z niekontrolowaną infiltracją powietrza w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej. Powszechna tendencja związana ze wzrostem oporu cieplnego przegród zewnętrznych skutkuje zwiększeniem udziału strat ciepła na podgrzewanie powietrza wentylacyjnego w bilansie energetycznym budynku, zwiększając znaczenie przedstawianych zagadnień. Na podstawie przeprowadzonych badań oraz danych literaturowych można stwierdzić, że zwiększenie szczelności obudowy budynku, w zależności od strefy klimatycznej jego zlokalizowania, może prowadzić do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania nawet o 14 % [3]. Niestety w większości analizowanych przypadków w projekcie zostały pominięte zagadnienie szczelności obudowy budynku na przenikanie powietrza, skutkując przedstawionymi nieprawidłowościami. Z punktu widzenia istoty problemu ważne jest, by na etapie projektowania istniała koncepcja dotycząca zapewnienia odpowiedniej szczelności budynku, z przedstawieniem istotnych w tym zakresie detali projektowych oraz potencjalnych trudności realizacyjnych, jako wskazówek dla wykonawcy prac. Przedstawione w artykule wyniki badań termowizyjnych powinny być uzupełnieniem do podstawowych badań metodą pomiaru ciśnieniowego, z użyciem wentylatora – „Blower Door”. Niestety zarówno z wiedzą uczestników procesu budowlanego dotyczącą tej metody, jak i dostępnością sprzętu pomiarowego nie jest najlepiej. A przecież wykonanie szczelnej obudowy budynku, obok oszczędności ciepła wpływa dodatkowo na uniknięcie kondensacji wilgoci w przegrodach zewnętrznych.

#### AIR-TIGHTNESS AND THERMAL PROTECTION OF HOUSES

**Summary:** In the paper the analysis of air-tightness and thermal protection of houses is presented. The identification of air leakages is extremely important. Thermography has been successfully applied for leakages detection on buildings.

#### Literatura

- [1] Fouad N.A., Richter T. *Leitfaden Thermografie im Bauwesen*. Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart 2006
- [2] Steidl T., Krause P. *Ocena stanu ochrony cieplnej budynków na podstawie badań termowizyjnych*. Praca niepublikowana. Mikołów 2002-2007.
- [3] Werner H., Röder J. *Konstruktion und Berechnung von Niedrigenergiehäusern*. Bauphysik Kalender 2001.
- [4] [www.illbruck.de](http://www.illbruck.de)