

# Badania termograficzne w budownictwie

## Badania termograficzne od zewnątrz

Włodzimierz Adamczewski

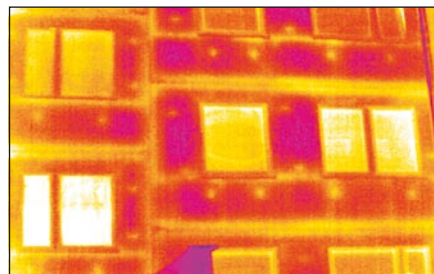
**W budownictwie mieszkaniowym badaniom termograficznym podlegają wszystkie elementy ścian osłonowych budynku, od piwnic (pasy przyziemia) aż do dachów. W załączonych termogramach przedstawiono niektóre z wad budowlanych, natomiast niżej omówiono elementy składowe budynków, przy badaniu których wykonawca badań powinien zwrócić szczególną uwagę na zastosowaną metodę badań, warunki środowiskowe w czasie badań i wcześniej oraz w czasie opracowywania i interpretacji. Nie zawsze bowiem wyniki badań można zinterpretować, stosując schemat myślowy: „zimna ściana = dobra izolacyjność cieplna”, „ciepła plama (fragment ściany) = zła izolacja”.**

### Ściany osłonowe

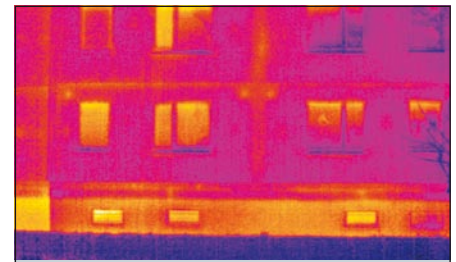
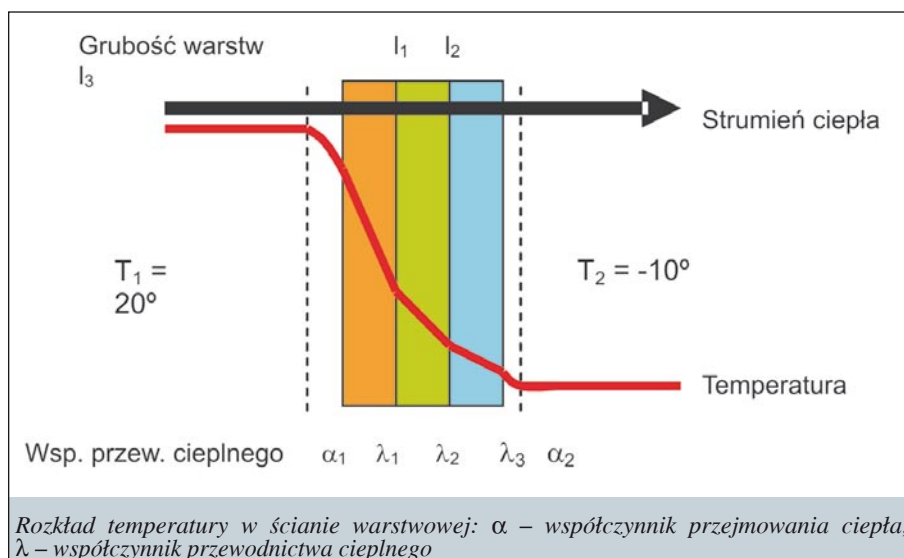
Ściany osłonowe typu tradycyjnego (pełna cegła, pełny mur) charakteryzują się dużą pojemnością cieplną (bezwładnością) i nie są podatne na zmiany temperatury otaczającego je powietrza. Przy badaniach późnonocnych, kilka godzin po zachodzie słońca, elementy powierzchni o mniejszej bezwładności cieplnej, np. nadproża osłonięte supremą czy styropianem, nadążając za temperaturą powietrza, mogą mieć niską temperaturę powierzchni, bliską temperaturze otoczenia, natomiast mur posiada w tym czasie temperaturę około średniej dobowej – jest cieplejszy. W interpretacji trzeba więc uwzględnić dobowe wahnięcia temperatury, porę badania, konstrukcję nadproży itp. Myślenie schematyczne może np. doprowadzić do wniosku: „Współczynnik U dla nadproży jest lepszy niż dla muru”. Co nie musi być – i zwykle nie jest – prawdą.

### Rozkład temperatury w ścianie warstwowej

Ściany warstwowe (mała bezwładność cieplna warstwy elewacyjnej, np. wielka płyta) charakteryzują się nadążaniem zmian temperatury powierzchni za otoczeniem, z 1–2-godzinnym opóźnieniem. Na ich tle przy badaniach nocnych źle wypadają murowane filarki międzyokienne, płyty balkonowe, ściany przyziemi i inne elementy o dużej bezwładności cieplnej, dla których proces akumu-



Kotwy wielkiej płyty



Wielka płyta, przyziemia

lacji, ale i oddawania ciepła trwa dłużej. Wieczorem, nawet kilka godzin po zachodzie słońca, elementy o dużej bezwładności cieplnej są ciągle cieplejsze, a w godzinach rannych, gdy temperatura po rannym minimum rośnie, różnice zacierają się, a nawet zmieniają znak.

### Balkony

Na ogół są mostkami cieplnymi, gdyż zakotwiczone są w murach osłonowych, związane z płytami stropowymi itp. Płyta balkonowa ma pewną grubość, masę i związaną z tym bezwładność cieplną. Jednocześnie jednak ze względu na swoje położenie wystawiona jest na działanie konwekcji i wiatru silniejsze niż ściana, co powoduje szybsze odprowadzanie ciepła do otoczenia.

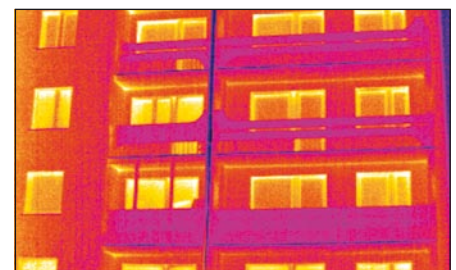
Wszystkie te elementy powodują, że diagnoza termograficzna musi opierać się o:

- znajomość konstrukcji;
- porównanie z innymi balkonami na tej samej ścianie.

Uwaga na otwarte okna lub złą jakość okien pod balkonem, zwłaszcza przy badaniach w czasie słabego wiatru.



Wychłodzona płyta balkonu przy spadku temperatury (dom nieocieplony)



Ostony loggi jako wskaźnik aktualnej temperatury powietrza (dom ocieplony)

Stosowane obecnie okładanie płyt balkonowych styropianem z góry i z dołu oraz na czole płyty jest na ogół wystarczającym sposobem na uniknięcie problemów związanych z mostkami termicznymi tworzonymi przez płyty balkonowe.

### Loggie

Obserwacja termograficzna ścian loggii prowadzona o dowolnej porze wykazuje, że mają one temperaturę wyższą niż sąsiedni fragment ściany elewacyjnej. Spowodowane to jest co najmniej dwoma czynnikami:

- zmniejszona konwekcja i możliwość oddawania ciepła;
- loggia jest wnęką o większym współczynniku emisyjności.

Podstawą diagnozy i kwalifikowania ścian loggii jest porównanie z innymi i znajomość konstrukcji ściany i temperatury w mieszkaniu za ścianą.

### Przyziemia

Przyziemia budynków w badaniach termograficznych, jako mające dużą bezwładność cieplną i podatne na nasłonecznienie (zwłaszcza w badaniach wiosennych) oraz nieposiadające izolacji termicznej, wykazują zwykle wysoką temperaturę.

Niestety w Polsce norma nie nakładała obowiązku izolowania ścian piwnicznych, w związku z czym obraz termiczny w starszych budynkach będzie zawsze świadczył o dużym przewodnictwie cieplnym, mimo że zwykle temperatura po drugiej stronie tych przegród jest niższa niż w mieszkaniach. Wyższą temperaturę spotykamy jedynie np. w pomieszczeniach węzłów ciepłowniczych, pralniach, hydroforniach itp.). Ze względu na bardzo dużą bezwładność cieplną badania powinny być prowadzone w stabilnej temperaturze powietrza, a strona nasłoneczniona po 6–8 godzinach od zacielenia.

### Strychy, stropodachy, dachy

Ściany strychów i stropodachów wentylowanych budowane są zwykle jako mające obniżoną izolacyjność cieplną. Podwyższona temperatura ścian strychów widoczna na termogramach może być jednak skutkiem wad wykonawczych izolacji kładzonej na stropach mieszkań (stropodachy wentylowane

budowane są jako nieprzechodnie i jako takie są niemożliwe do sprawdzenia). Stropodachy niewentylowane podatne na zawilgocenia powinny być sprawdzane termograficznie z góry (z wysokich domów, z helikoptera) przy dobraniu takich warunków pogodowych, aby kontrast termiczny był największy.

### Naroża zewnętrzne

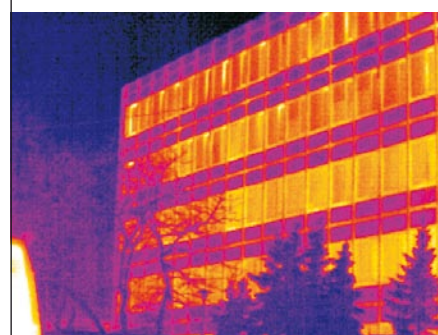
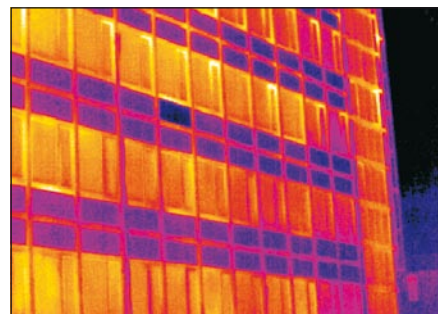
Naroża zewnętrzne budynku powinny być zimniejsze od sąsiednich fragmentów ścian z powodu różnicy powierzchni napływu i odpływu ciepła (wnęka i róg) oraz z powodu różnicy współczynników konwekcyjnego przejmowania ciepła  $\alpha$  (wnętrze–zewnątrze). Analogicznie – wnęki powinny być zawsze cieplejsze od sąsiednich fragmentów ściany. Każde odstępstwo od tych reguł powinno być sprawdzone.

### Zawilgocenia murów

Zawilgocenie murów i ostion zewnętrznych obok klasycznych metod wykrywania, wymagających jednak dostępu bezpośredniego, mogą być wykrywane termograficznie w sprzyjających warunkach (wiatr, małe gradienty temperatury w funkcji czasu), jednak uzyskane wyniki wymagają weryfikacji.

### Okna

Okna są poddawane badaniom termograficznym od zewnątrz pod kątem poszukiwania ich termoizolacyjności i szczelności. Jako elementy o małej bezwładności cieplnej (szyby, ramy) mogą być badane nawet podczas zmian temperatury powietrza. Przy badaniach szczelności od zewnątrz konieczne jest spełnienie warunku wypływu ogrzanego wewnętrznego powietrza przez szczeliny w oknach ściany zawiętrznej, bądź naturalnego wypływu na wyższych piętrach (przy braku wiatru).



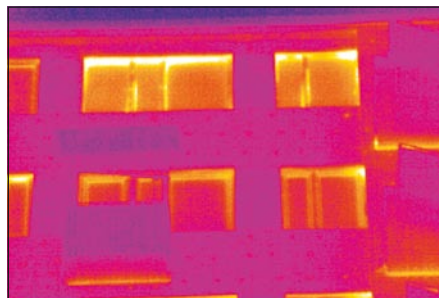
Budynek typu LIPSK. Wpływy powietrza widoczne jedynie na górnych kondygnacjach. Wykonano w warunkach bezwietrznych

Ten sposób wymaga aparatury termowizyjnej wyposażonej w teleobiektyw ze względu na małe rozmiary kątowe śladów cieplnych szczelin.

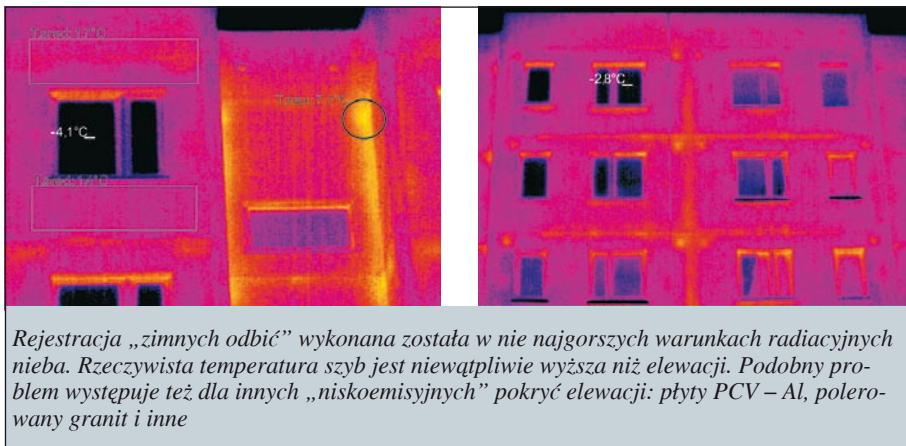
Ze względu na nie najwyższą wartość współczynnika emisyjności dla szyb są one podatne na odbicia i bardzo ważne jest, aby badania mające na celu ocenę termoizolacyjności wykonywane były w idealnych warunkach środowiskowych, to jest w warunkach pełnego zachmurzenia. Jest to zresztą najlepsza sytuacja w ogóle dla badań termowizyjnych na wolnym powietrzu.

Nieboskłon posiada temperaturę radiacyjną (mierzoną kamerą termowizyjną) zależną od stanu zachmurzenia – dla czystego nieba wynosi ona poniżej minus 50°C, dla chmur „wysokich”, białych. Kilka, kilkanaście K poniżej temperatury otoczenia; dla chmur „niskich”, ciemnych jest bardzo bliska temperaturze otoczenia.

Szyby na wyższych piętrach oglądane są pod kątem takim, że w odbiciu znaj-



Okna o różnej jakości na 6 i 7 piętrze tego samego budynku, na tej samej elewacji. Po prawej stronie widoczne rozszczelnienia okien w górnej krawędzi. Wykonano przy pomocy obiektywu o kącie połowym 12°



duje się niebo. I podobnie, jak widoczne byłyby odbite gorące obiekty (w postaci podwyższenia temperatury odczytanej na termogramie), widoczne są też „zimne odbicia” w postaci obniżenia temperatury i to często poniżej temperatury otoczenia!

### Badania termograficzne od wewnątrz

Kontrola termograficzna ścian osłonowych prowadzona z zewnątrz budynku pozwala na wykrycie mostków termicznych w ścianach osłonowych, pomaga oszacować stan termoizolacyjności ścian i okien oraz ocenić energochłonność całego budynku. Ostatnio jednak coraz częściej badania termowizyjne prowadzone są wewnątrz pomieszczeń. Dlaczego?

Mimo iż warstwa izolacji znajduje się na zewnątrz budynku (mieszkania), użytkownika nie interesuje jej stan, a tylko komfort cieplny w jego pomieszczeniach. Na poczucie komfortu cieplnego wpływają trzy zasadnicze czynniki:

1. Zrównoważone promieniowanie cieplne ze wszystkich stron, odpowiadające temperaturze w pomieszczeniu, co oznacza, że żadna ze ścian – w tym powierzchnia okien – nie może być znacznie zimniejsza od temperatury wnętrza.

W tzw. ciepłych domach realizowanych obecnie lub starszych, ale po termomodernizacji, różnica temperatur powierzchni wewnętrznej: ściana wewnętrzna (działowa) – ściana osłonowa (zewnątrzna) nie przekracza 1 K przy normalnej temperaturze wewnątrz i ok. 0°C na zewnątrz. Odczytana termograficznie temperatura powierzchni ściany działowej pełni tu rolę wskaźnika średniej temperatury powietrza w pomieszczeniu.

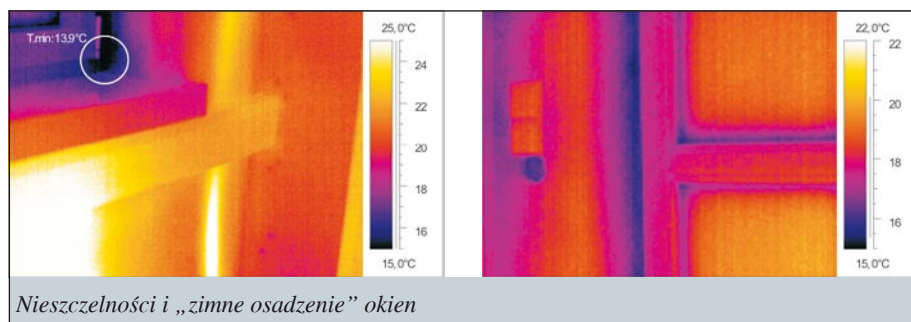
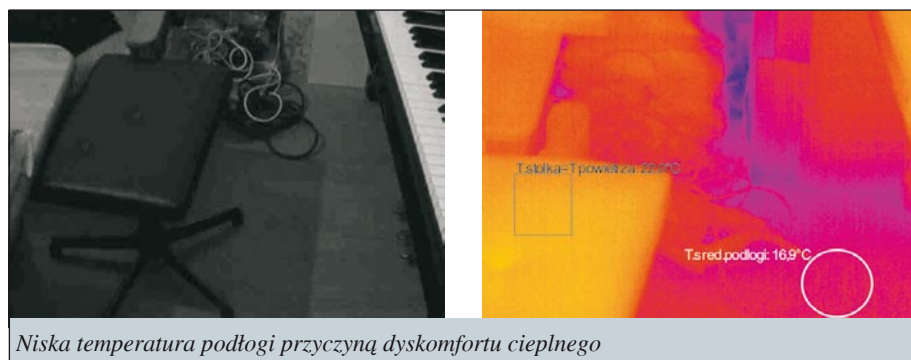
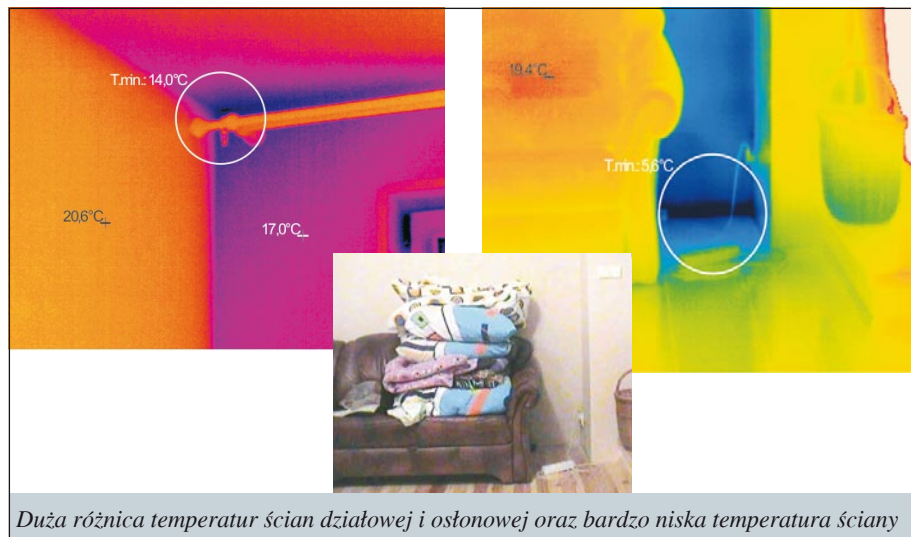
2. Temperatura powierzchni podłogi lub powietrza kilka cm nad podłogą nie może być niższa niż o 3–4 K od temperatury powietrza na wysokości 1,1 m (głowa siedzącego człowieka).

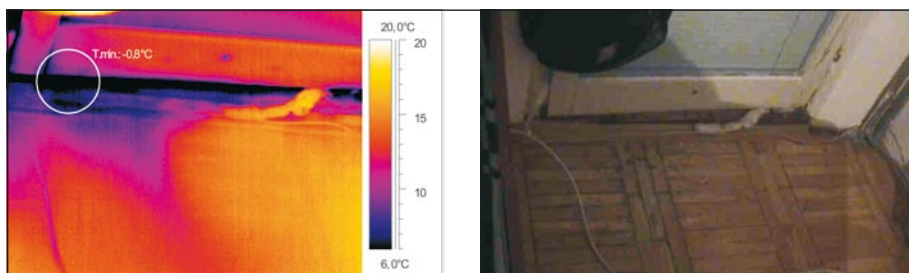
3. Prędkość powietrza w pomieszczeniu nie może być większa od 0,1–0,2 m/s, gdyż powoduje to uczucie przeciągu. Ruch powietrza w pomieszczeniu spowodowany może być nadmierną wentylacją, w tym nieszczelnością okien lub drzwi, a także, często ostatnio spotykanym, odwróceniem ciągu

w kanałach wentylacyjnych – kanały wyciągowe stają się nawiewnymi. Oprócz wymienionych parametrów klimatu wewnętrznego, wpływających na poczucie komfortu cieplnego, szkodliwe jest dla budynku i zdrowia mieszkańców występowanie w dowolnym miejscu mieszkania temperatury poniżej punktu rosy, prowadzące do rozwoju grzybów i pleśni.

Wszystkie te czynniki mogą być wykryte i zanalizowane podczas badań termograficznych wykonywanych wewnątrz pomieszczeń.

Kontrola termograficzna poprzez rozpoznanie pola temperatury na powierzchniach wewnętrznych pozwala podjąć decyzje prowadzące do poprawy termoizolacyjności przegród, a przez to do zmniejszenia kosztów ogrzewania zimą i poprawy komfortu cieplnego latem.





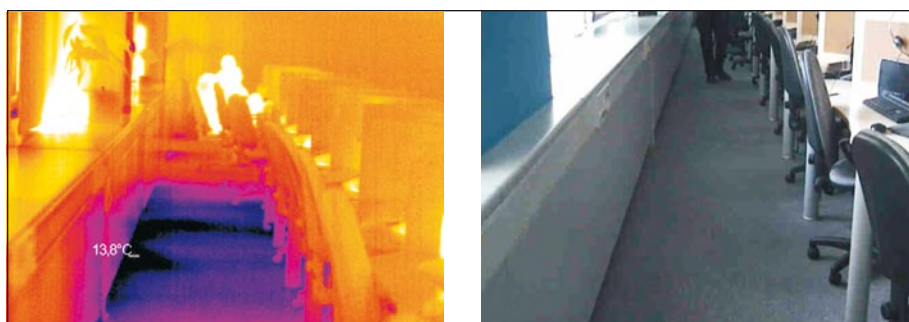
Silna infiltracja pod drzwiami balkonowymi



Infiltracja powietrza zewnętrznego do przestrzeni ostony filara konstrukcyjnego



Przedmuchy w połączeniu rama – ściana



Przedmuchy przy podłodze pod oknami w pokoju szkoleniowym

Autor jest ekspertem technicznym PCA w zakresie termowizji.

**Firma Termo-Pomiar**

ul. Ogórkowa 30

Warszawa

tel. 602-468 981

lub tel./faks 022-872 49 05

## Wydarzenia