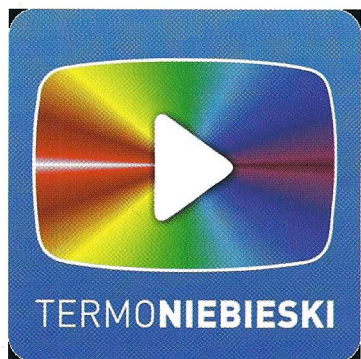


Kolorowy świat wartościowych informacji termowizja w służbie zarządcy nieruchomości

Sławomir Bzdok



Kiedy pytają mnie, czym jest termowizja, odpowiadam: „Źródłem cennych informacji dla inwestora, użytkownika i zarządcy nieruchomości.” Obecnie z termowizją w budownictwie jest jak z pójściem do dentysty. Korzystamy z niej w ostateczności, kiedy pojawia się problem, dyskomfort. Na szczęście ta sytuacja powo-

li się zmienia. Zapobiegliwi inwestorzy wolą zweryfikować poprawność ochrony cieplnej w trakcie budowy i przed zakończeniem usunąć wszelkie niedoróbki. Takie podejście jest najbardziej efektywne i pozwala w pełni cieszyć się zrealizowaną inwestycją czy termomodernizacją. Od 2009 roku, po wprowadzeniu świadectw charakterystyki energetycznej budynków, nikt już nie ma wątpliwości, że zarówno cechy jak i grubość materiałów budowlanych, izolacyjnych, okien determinują ilość ciepła „uciekającego” z budynku, a straty energii można obliczyć. Po co jest, więc potrzebna nam termowizja. Jeśli zakładamy, że ściana po termomodernizacji ma charakteryzować się np.: współczynnikiem $U = 0,15$ [W/m²K], w zależności od preferencji, warunków usytuowania nieruchomości i ceny możemy idealnie dobrać materiał izolacyjny. Podobnie jest z oknami, tutaj wybór jest jeszcze większy w zależności od rodzaju pakietu szybowego – dwu, trzy szybowe, z argonem, kryptonem lub ksenonem. Ilość komór, wypełnienie dodatkową izolacją ramy czy nawet rodzaj materiału, z którego zrobiona jest ramka dystansowa decyduje o parametrach całego okna i są one przez producentów podawane. Skoro możemy osiągnąć takie informacje czy naprawę jest sens ponosić dodatkowe koszty pomiarów termowizyjnych. Tajemnica domów energooszczędnych i pasywnych tkwi w dużym stopniu na całkowitej eliminacji mostków cieplnych osiąganey nie tylko przez zastosowanie odpowiednich rozwiązań architektonicznych, ale również przez poprawne i staranne ich wykonanie. Standard budynków zero energetycznych, czyli jeszcze lepszy niż budynków pasywnych ma zostać zgodnie z proponowanymi zmianami legislacyjnymi wprowadzony w Polsce, jako obowiązujący w ciągu najbliższych 8 lat. Możemy oczywiście założyć, że do tego czasu precyzyjność wykonawstwa będzie na wysokim poziomie. Dzisiaj praktyka pokazuje, że jakość wykonania wielu zarówno nowych oraz istniejących nieruchomości po termomodernizacji pozwala się nimi cieszyć dopóki nie przyjdzie pierwsza zima. Niedogrzone pokoje, lód na szybach, grzyb na ścianach. **Warto, więc zastanowić się kiedy, jak i co możemy diagnozować kamerą termowizyjną.**

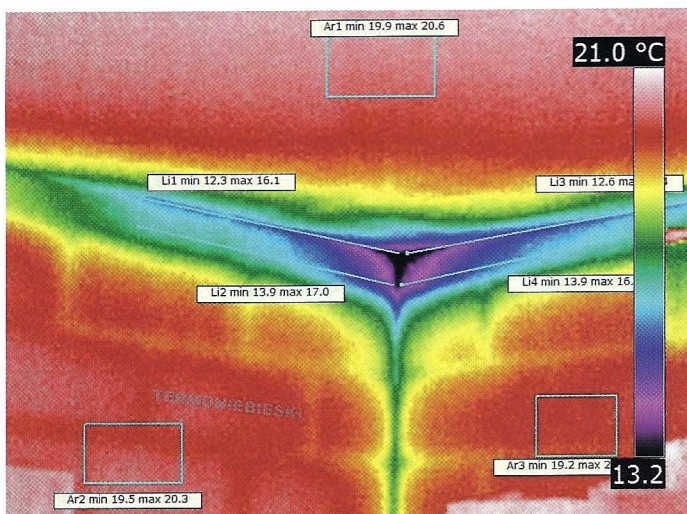
Zanim odpowiemy sobie na te trzy pytania poznamy kamerę termowizyjną i przypomnijmy prawa fizyki, dzięki którym diagnoza termowizyjna jest możliwa. Niezależnie od tego jak dobry materiał ścian nośnych i warstwy izolacyjnej został użyty, a po stronie zewnętrznej i wewnętrznej występuje różnica temperatur, będziemy mieli do czynienia ze zjawiskiem przewodzenia ciepła. Im mniejszy współczynnik przewodzenia ciepła λ

[W/(mK)] materiału budowlanego i większa jego grubość tym wolniej ciepło przenika przez ścianę. Najgorsza termicznie ściana, jaką można zgodnie z obowiązującymi przepisami wybudować dzisiaj w Polsce nie przekracza wartości współczynnika przenikania ciepła $U = 0,30$ [W/m²K]. Wartości tej nie należy kojarzyć z energooszczędnością. Zakładając czysto teoretycznie, że chcemy osiągnąć tę wartość budując ścianę tylko ze standardowego styropianu ($\lambda = 0,040$ W/(mK)) jego grubość powinna wynosić 13 cm. Wykonując pomiary termowizyjne spotykam się czasami z przekonaniem, że grube, pół metrowe ściany i solidny, mocny tynk zapewniają ochronę cieplną, a cała wina wysokich rachunków za ogrzewanie spada na nieszczelne okna. **Jaka więc grubość powinna mieć nasza teoretyczna ściana z cegły pełnej ($\lambda = 0,77$ W/(mK)), aby osiągnąć przepisową wartość? Dokładnie 2 metry i 45 centymetrów!** Grubość ta mówi sama za siebie. Ciepło jest jak woda, która zawsze znajdzie sobie ujście. Wszelkie niedokładności w montażu izolacji, użycie nieodpowiednich kołków montażowych, pozostawione szczeliny między płytami lub wypełnione ich zaprawą lub klejem do styropianu, płyty balkonowe, nieodpowiednio osadzone okna i drzwi są dla ciepła jak dziury w wiadrze dla wody. W jaki sposób kamera termowizyjna może zlokalizować te dziury? Każde ciało o temperaturze większej od zera bezwzględnej (-273,15°C) emituje promieniowanie cieplne. W największym uproszczeniu można powiedzieć, że kamera termowizyjna jest bardzo dokładnym, bezprzewodowym termometrem. Soczewka kamery skupia promieniowanie na matrycy detektorów – czymś w rodzaju kilkudziesięciu tysięcy mikro termometrów, których czułość obecnie wynosi od 0,03 do 0,1 °C, a następnie układ elektroniczny wyświetla obraz, w którym wartość temperatury jest przypisana określonym kolorom. Osoba, wykonująca zdjęcie termowizyjne zwane termogramem, znając warunki, w jakich został zrobiony, właściwości badanego obiektu i posiadając wiedzę termograficzną, może z kolorowego obrazu wyciągnąć cenne informacje dla inwestora, zarządcy czy użytkownika budynku.

Co i jak możemy diagnozować kamerą termowizyjną w budownictwie?

Podstawowym zastosowaniem termowizji w budownictwie jest wykrywanie mostków termicznych. Są to miejsca w obudowie zewnętrznej budynku, w której jednolity opór cieplny jest zaburzony przez przebicie materiałem o innej przewodności cieplnej, różną grubość warstw materiałów lub różnicę pomiędzy zewnętrznymi i wewnętrznymi powierzchniami przegród. Mostki mogą mieć charakter liniowy, np.: na całej długości połączenia płyty balkonowej ze ścianą lub punktowy, np.: w miejscach mocowania płyt styropianowych nieodpowiednimi kołkami. Szczegółowo problemem mostków cieplnych w teorii i praktyce zajmuje się architekt Cezary Sankowski - jeden z pierwszych projektantów domów pasywnych w Polsce. Sprawdźmy teoretycznie, z jakimi konsekwencjami trzeba się liczyć montując w ścianie domu pasywnego nieocieploną, żelbetową płytę balkonową. Ilość ciepła, uciekającego przez ścianę z balkonem, przy założeniu temperatury wewnętrznej 20°C oraz temperatury zewnętrznej -20°C, wzrasta o ponad 130%. Całkowity współczynnik U ściany pasywnej zaopatrzonej w taki

mostek cieplny jest na tyle wysoki, że nie spełniałby minimalnych norm Prawa Budowlanego.



Termogram nr 1 i 2. Liniowe mostki cieplne nieocieplonej płyty balkonowej z zewnątrz i wewnątrz.



Termogram nr 3 Punktowe mostki cieplne – nieodpowiednie mocowanie izolacji termicznej.

Każdy z nas zimą zakłada ciepłą kurtkę. Nie przyszłoby nam do głowy wyciąć w niej okrągłe otworki lub pionowe czy pozi-

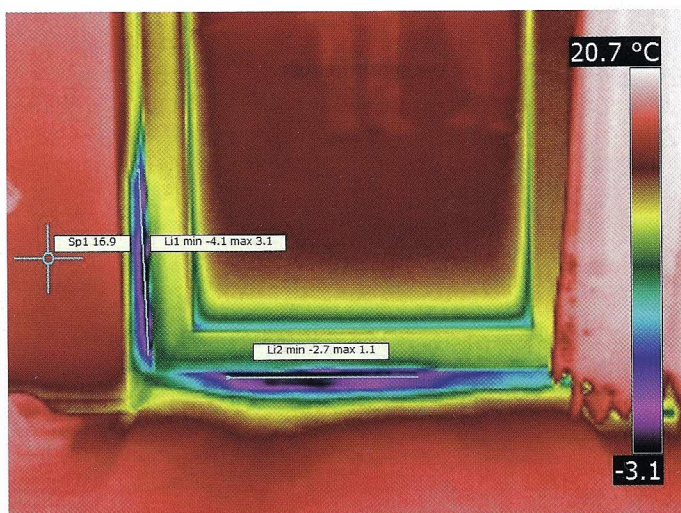
me pasy, które natychmiast wychłodziłyby nasze ciało. Dlaczego więc pozwalamy na utratę ciepła w naszych budynkach? Może, dlatego, że tych „otworów” nie widać gołym okiem.



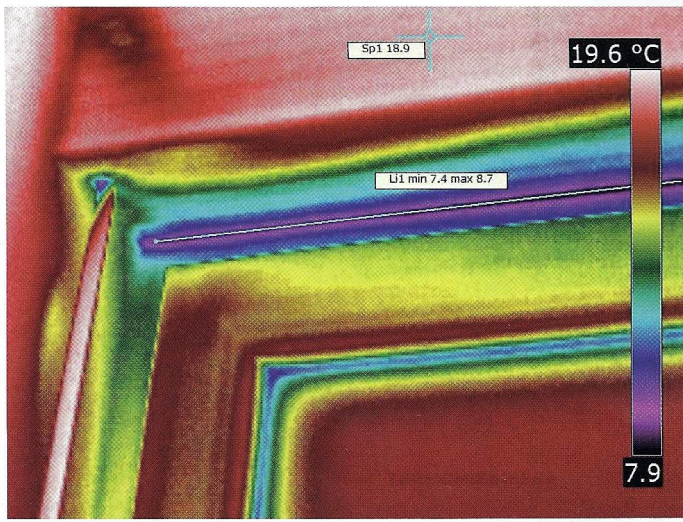
Termogram nr 4 Punktowe mostki cieplne – nieodpowiednie mocowanie izolacji termicznej.

Termogramy 1-4 uświadamiają, dlaczego nawet w nowych, prawidłowo izolowanych budynkach pojawiają się problemy z niedograniem pomieszczeń, niemałymi rachunkami za ogrzewanie, a nawet z występowaniem pleśni i grzybów.

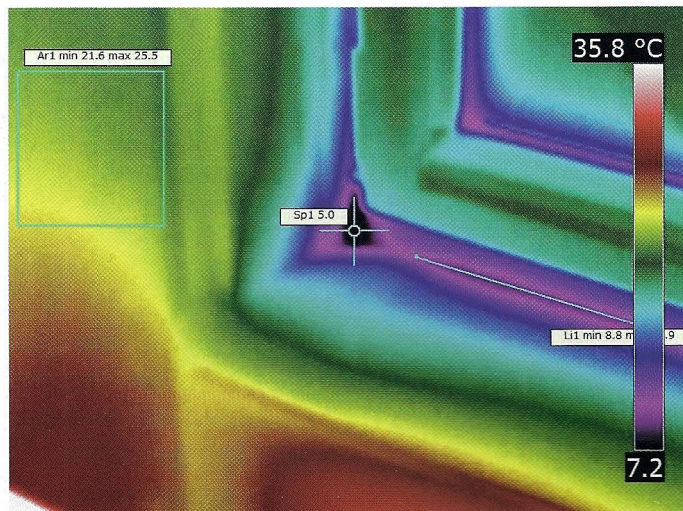
Piętą achillesową budynków są również okna – ich szczelność, izolacyjność pakietu szybowego oraz jakość osadzenia. Często spotykamy się ze stwierdzeniem, że wieje od okna. Dyskomfort rzeczywisty może być spowodowany zimnym strumieniem powietrza dostającym się przez nieszczelności pomiędzy ramą, a skrzydłem okna, ale również bardzo niską temperaturą pochodzącą od pakietu szybowego lub ościeży, nadproża czy parapetu. Kupując okna płacimy za ich konkretne właściwości. Parametry montażu natomiast są już wielką niewiadomą i mało, kto zwraca szczególną uwagę na jakość osadzenia stolarki okiennej, a na efekty nie trzeba długo czekać. Poniższe termogramy pokazują różne miejsca utraty ciepła w stolarnie okiennej.



Termogram nr 5. Nieszczelności między ramą a skrzydłem okna (od wewnątrz).



Termogram nr 6. Liniowy mostek cieplny na połączeniu ramy okna i kasety rolety zewnętrznej oraz punktowy mostek cieplny przy pasku regulacyjnym rolety.

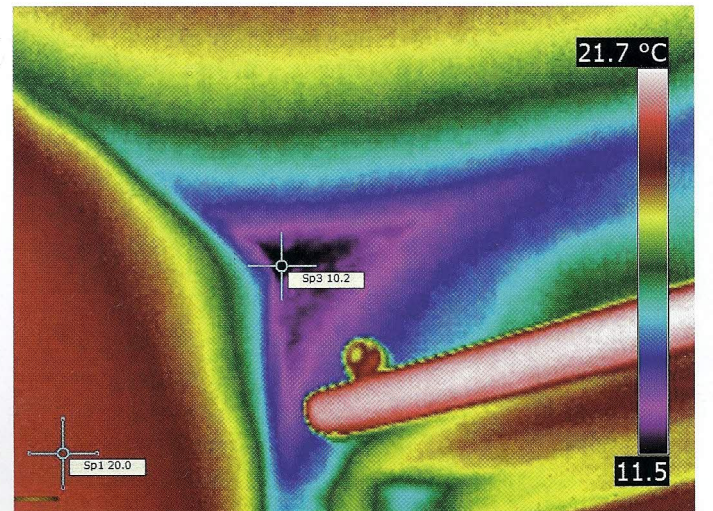


Termogram nr 7. Mostek cieplny przy parapecie – niedokładny montaż okna.



Termogram nr 8. Poprawne okno oraz montaż. Niewielki jednak mostek cieplny na słupku środkowym.

Zwiększona utrata ciepła spowodowana przez mostki cieplne oprócz strat energii może również prowadzić do powstawania pleśni i grzybów. W trakcie pomiarów termowizyjnych oprócz kamery niezbędne jest również urządzenie, które określi warunki środowiskowe: temperaturę powietrza, wilgotność oraz temperaturę punktu rosy. Ten ostatni parametr jest kluczowy do określenia czy dane miejsce w przegrodzie budynku jest zagrożone wystąpieniem pleśni i grzybów. Każdy z nas miał okazję obserwować, jak na zimnej ściance butelki z napojem wyciągniętym z lodówki po chwili zaczynają się pojawiać krople wody. Są one wynikiem kondensacji pary wodnej zawartej w powietrzu. Dla przykładowych parametrów w badanym pomieszczeniu: temperatura powietrza: 22°C, wilgotność: 57%, temperatura punktu rosy wyniesie 13°C. Oznacza to, że w miejscu gdzie temperatura ściany lub jakiegokolwiek przedmiotu w tym pomieszczeniu będzie równa lub niższa niż 13°C wykopli się para wodna. Pleśń i grzyby oprócz środowiska wilgotnego potrzebują pożywienia. Beton, tynki, papier, drewno, klej do tapet to dla nich idealne menu. Nie lubią również jak się im przeszkadza. Brak ruchu powietrza, czyli nieefektywna wentylacja zapewnia im spokój rozprzestrzeniania się. Dzięki termowizji można takie miejsca zlokalizować i podjąć odpowiednie środki zanim niemiła niespodzianka nas zaskoczy.



Termogram nr 9. Mostek termiczny o temperaturze 10,2°C. Wartość temperatury punktu rosy w trakcie pomiarów: 12,1°C. Widoczne początki powstawania grzyba na zdjęciu w paśmie widzialnym.



Powyższe termogramy zostały wykonane zarówno od wewnątrz jak i z zewnątrz budynków. Termogramy poka-

zują nam rozkład temperatury na danej powierzchni przegrody. W przypadku termogramów wykonanych z zewnątrz rozkład temperatury, który nas interesuje (wynikający z przenikania ciepła od wewnątrz) zaburzony może być przez nasłonecznienie w ciągu dnia, różną pojemność cieplną elementów osłony budynku, które stygną w różnym czasie czy temperaturę promieniowania nieba. Badanie termograficzne od zewnątrz wykaże, czy np.: warstwa izolacji zewnętrznej została poprawnie ułożona, czy użyto materiałów kotwiących niepowodujących punktowych strat ciepła. Jeśli chcemy być pewni, że budynek nie ma mostków cieplnych w warstwie konstrukcyjnej, inspekcja termowizyjna powinna być przeprowadzona od wewnętrznej strony budynku. Zaletą pomiarów termograficznych od wewnątrz są stałe warunki termiczne, brak wiatru i lepsza dostępność optyczna. Informacje uzyskane z rozkładu temperatury wewnątrz pozwalają podjąć świadome decyzje poprawy termoizolacyjności budynku.

Kiedy wykonywać pomiary termowizyjne?

Pomiary termowizyjne można wykonywać zawsze, kiedy warunki termiczne na to pozwalają, jak również na różnym etapie życia nieruchomości. Przez warunki termiczne należy rozumieć przede wszystkim różnicę temperatur panującą wewnątrz i na zewnątrz budynku. Jedynym oficjalnym zaleceniem podejmującym ten temat jest Norma PN-EN 13187 z 2001 „Właściwości cieplne budynków – jakościowa detekcja wad cieplnych w obudowie budynku – Metoda podczerwieni.” Mówi ona w punkcie 6.1, że różnica temperatur po obu stronach obudowy powinna być wystarczająco duża, aby pozwolić na wykrycie nieregularności cieplnych. W załączniku do normy przedstawiono zestawienie wymagań dotyczących pomiarów dla warunków panujących w Skandynawii. Zaleca się, aby różnica temperatur nie była mniejsza niż liczbowa wartość $3/U$, ale nigdy nie mniejsza niż 5°C . Oznacza to, że dla większości współcześnie budowanych budynków będzie to 10°C . W praktyce idealne warunki wykonywania termogramów są, gdy temperatura zewnętrzna zawiera się między 0°C , a 5°C , a mieszkania ogrzane są powyżej 20°C . Obecna jakość sprzętu termograficznego pozwala na wykonywanie pomiarów bez konieczności oczekiwania na siarzyste mrozy. Można je, więc przeprowadzać począwszy od jesieni, kiedy rozpocznie się sezon grzewczy, a temperatura zaczyna utrzymywać się na poziomie kilku stopni powyżej zera, aż do wczesnej wiosny. Badania termograficzne wykonywane są najczęściej, kiedy wystąpi problem wysokich rachunków, niedogrzenia pomieszczeń czy wystąpienia pleśni czy grzybów. Informacje zawarte w raporcie termograficznym można wykorzystać zazwyczaj dopiero przy wykonywaniu termomodernizacji lub innym kapitalnym remoncie. Nie brakuje jednak osób zapobiegliwych, które korzystają z dobrodziejstw termowizji w trakcie budowy domu, modernizacji lub w momencie podejmowania decyzji o zakupie mieszkania. Takie podejście jest najbardziej efektywne, dzięki natychmiastowemu zastosowaniu pozyskanych informacji.

Przedstawione zastosowania są jedynie niewielkim wycinkiem możliwości, jakie od lat daje termowizja. Przy realizacji inwestycji termomodernizacyjnych powinien nam przyświecać cytat z poprzedniej epoki „kontrola jest najwyższą formą zaufania”, bo przecież chodzi o nasze pieniądze, które możemy zaoszczędzić lub stracić przez najbliższe kilkadziesiąt lat.

Sławomir Bzdok

*członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych, właściciel
firmy Termoniebieski*