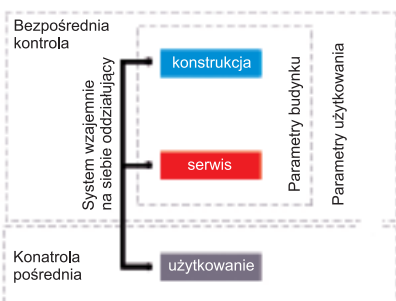


Co-heating test czyli czas naprawdę zaoszczędzić energię

Obecne analizy wskazują na dużą rozbieżność pomiędzy teoretycznymi i rzeczywistymi parametrami cieplnymi budynków z powodu braku skoordynowanych badań laboratoryjnych i in situ. Budynki są głównym konsumentem energii i odpowiadają za ok. 40% całkowitego jej zużycia. Aż 70% energii zużywanej w budynkach wykorzystuje się na ogrzewanie i chłodzenie. Zmienić to może wdrożenie postanowień Recastu Dyrektywy EPBD i przyjęcie przez kraje UE nowych energooszczędnych standardów budynków prawie zeroenergetycznych (nZEB). Od 1 stycznia 2019 r. wszystkie nowe budynki administrowane przez władze publiczne muszą spełniać standardy budynków prawie zeroenergetycznych (nZEB), a od 1 stycznia 2021 r. wszystkie nowe budynki. Należy nadmienić, że ponad połowa z istniejących zasobów budowlanych będzie nadal w użytkowaniu po 2020 r., dlatego poprawa efektywności energetycznej budynków musi być też umieszczona jako priorytet przy modernizacji istniejących zasobów. Ważne jest, aby stosowane obecnie materiały i technologie faktycznie poprawiały jakość energetyczną budynków w warunkach, w jakich one funkcjonują i są użytkowane. Niestety, wiele obecnych wymagań i standardów dotyczących efektywności cieplnej budynków i wyrobów budowlanych opartych jest na założeniach i modelach teoretycznych czy też ekstrapolacji danych z badań laboratoryjnych, których wyniki nie zawsze odpowiadają wartościom w rzeczywistych warunkach aplikacji. Dostępne dane dotyczące rzeczywistych parametrów energooszczędnych technologii budowlanych sugerują, że istnieje znaczna różnica między wynikami laboratoryjnymi i rzeczywistymi. Pierwszym krokiem w kierunku zapewnienia i weryfikacji skuteczności programów energooszczędnego budowania jest zatem rozpoznawanie, zidentyfikowanie i rozwiązywanie luki między tym, co jest znane i co musi być poznane.

Czynniki wpływające na efektywność energetyczną budynku

Właściwości energetyczne każdego budynku zależą od oddziałującego na siebie systemu składającego się z trzech elementów: **konstrukcji**, czyli obudowy budynku; **serwisu** obejmującego czynności ogrzewania, chłodzenia i wentylacji środowiska wewnętrznego (system HVAC); **użytkowania**, czyli sposobu funkcjonowania budynku, tak aby zapewnić komfort użytkownika przez zastosowanie regulacji temperatury, wentylacji i oświetlenia (rysunek 1). Z tych trzech czynników, tylko dwa mogą być kontrolowane przez budownictwo – konstrukcja i serwis. Budynek, z którego ciepło „ucieka” do środowiska, czyli o niedostatecznie energooszczędnej konstrukcji, może zniweczyć korzyści najbardziej efektywnego systemu HVAC,

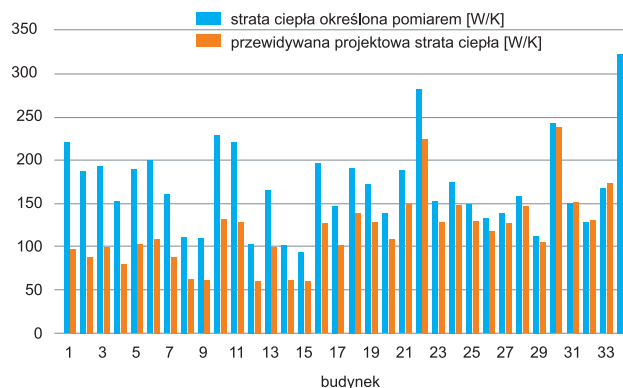


Rys. 1. Czynniki wpływające na efektywność energetyczną budynków

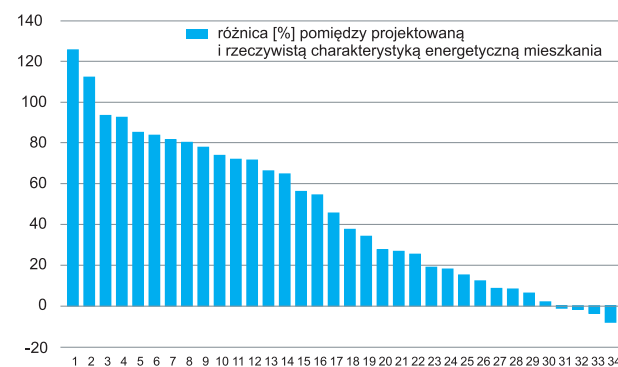
nawet jeśli system jest obsługiwany przez świadomego i odpowiedzialnego użytkownika.

Jakość cieplna konstrukcji budynku w dużej mierze zależy od zastosowanych materiałów izolacyjnych oraz sposobu i układu, w jakim są wykorzystane. W związku z tym Knauf Insulation podjął się zadania lepszego poznania różnic, jakie istnieją pomiędzy charakterystykami teoretycznymi – projektowymi a rzeczywistymi wartościami w budynku. Ostatnie studia in situ przeprowadzone w Wielkiej Brytanii sugerują, że różnica między przewidywanymi i rzeczywistymi stratami ciepła w nowych mieszkaniach może być bardzo duża (rysunek 2). W 33 oddzielnych badaniach przeprowadzonych w 21 mieszkaniach, straty ciepła w warunkach rzeczywistych dla więcej niż połowy budynków przekroczyły wartości projektowe więcej niż o 50%. Niektóre budynki wykazały rzeczywiste straty ciepła dwa razy większe niż wartości projektowane (rysunek 3), a tylko w 12 budynkach uzyskane wyniki rzeczywiste były zgodne z wartościami projektowymi.

Rozwiązanie tego problemu wymaga więcej niż tylko zwykłego rozpoznania. Musi też prowadzić do skutecznego zbierania danych, analiz oraz modelowania, które z kolei mogą wpływać na pro-



Rys. 2. Przewidywane i rzeczywiste straty ciepła w nowych mieszkaniach w Wielkiej Brytanii



Rys. 3. Procentowa różnica między projektowaną oraz rzeczywistą charakterystyką energetyczną nowych mieszkań w Wielkiej Brytanii poddanych badaniu in situ

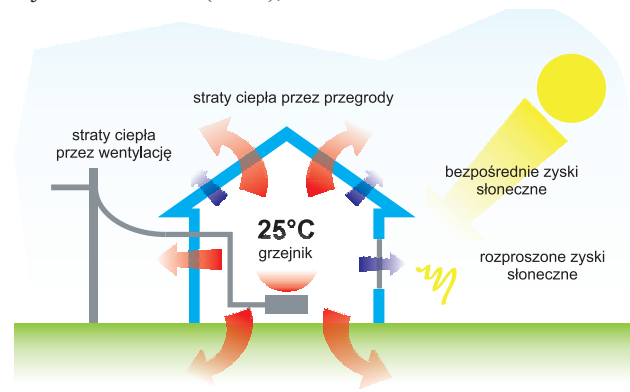
jektowanie i nowe rozwiązania aplikacyjne i systemowe. Rozbieżność między teoretyczną i rzeczywistą charakterystyką energetyczną dla każdego budynku może wynikać z wielu różnych czynników, np. niechlujnego wykonawstwa, ale także z przyjęcia bardzo teoretycznych i niedokładnych modeli obliczeniowych, które nie uwzględniają wpływu mostków cieplnych, wilgoci i przepływu powietrza. Rzeczywiste parametry cieplne całej konstrukcji zależą nie tylko od materiałów, jakie są zastosowane, ale również w jaki sposób i w jakim układzie użyto ich w konstrukcji budynku.

Metodologia badań co-heating

Rozwój wiedzy o rzeczywistej charakterystyce energetycznej budynku wymaga więcej niż gromadzenia danych. Konieczne jest również opracowanie dla takich badań znormalizowanych protokołów i standardów, które konsekwentnie mogą być stosowane niezależnie od rodzaju budynku i jego lokalizacji. Tylko rzetelne i zharmonizowane gromadzenie danych i ich analiza może doprowadzić do stworzenia modelu opisującego rzeczywiste oczekiwane parametry produktów do izolacji cieplnej. W przypadku budynków możemy obecnie wykorzystać formułę testu co-heating, w którym puste mieszkanie jest równomiernie ogrzewane do temperatury 25 °C (rysunek 4). Jest to solidne i rzetelne badanie pozwalające na gromadzenie rzeczywistych danych. Test co-heating jest metodą pomiaru straty ciepła (zarówno przez konstrukcję, jak i wentylację). Badanie należy przeprowadzać w okresie zimowym, aby uzyskać odpowiednią różnicę temperatury ΔT (min 10K) między wnętrzem a środowiskiem zewnętrznym. Wnętrze mieszkania ogrzewa się za pomocą grzejników elektrycznych przez 1 – 3 tygodni, do temperatury wyższej niż w typowym okresie grzewczym (zazwyczaj 25 °C).

Pomiary ilości energii elektrycznej wymaganej do utrzymywania każdego dnia temperatury wewnętrznej pozwalają określić dla mieszkania dzienne zużycie ciepła (W). Współczynnik straty ciepła w mieszkaniu wyznaczamy na podstawie wykresu wydajności cieplnej i dziennych różnic temperatury pomiędzy wnętrzem i zewnątrz mieszkania (ΔT). Powstały wykres podaje współczynnik strat ciepła [W/K]. Procedura przeprowadzenia testu wymaga, aby:

- przed podjęciem testów co-heating przeprowadzić testy szczelności mieszkania;
- ustawić kalibrację wszystkich termostatów na 25 °C;
- załączyć dmuchawy grzewcze, dmuchawy cyrkulacyjne;
- przez pierwsze dwa dni prowadzić obserwacje wewnętrznej temperatury (odczytywanej z sensorów temperatury), dzięki temu uzyskuje się pewność, że rośnie ona w kierunku wartości ustalonej na termostatach (25 °C);



Rys. 4. Schemat testu co-heating

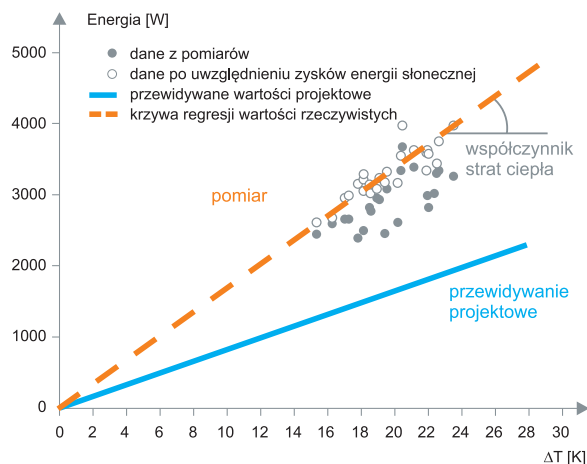
- po uzyskaniu temperatury 25 °C, obserwować odczyty sensorów temperatury we wszystkich pomieszczeniach; ma to na celu kontrolę stabilności temperatury w całym mieszkaniu;

- po ustabilizowaniu się temperatury w całym mieszkaniu, kontynuować rejestrację wszystkich danych w określonym czasie (ΔT 's) – minimum 1 tydzień, ale preferowane są dwa tygodnie;

- codziennie kontrolować i rejestrować dane;

- po zakończeniu testu co-heating i ustabilizowaniu się temperatury wewnętrznej przeprowadzić ponowną próbę szczelności mieszkania.

Całkowity współczynnik strat ciepła w mieszkaniu jest obliczany na podstawie pomiarów i ilości energii niezbędnej do utrzymywania podwyższonej temperatury wewnętrznej (25 °C), biorąc pod uwagę jednak czynniki środowiskowe, takie jak prędkość wiatru, temperatura zewnętrzna i promieniowanie słoneczne (rysunek 5).



Rys. 5. Współczynnik strat ciepła otrzymany z testu co-heating

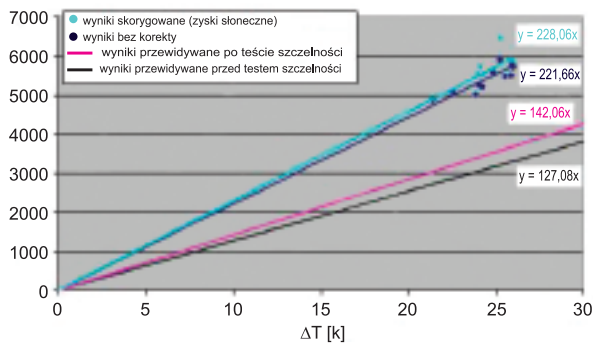
Ponieważ test co-heating powinien być przeprowadzony zgodnie z dobrze zdefiniowanym protokołem, wyniki można wykorzystywać do opracowania spójnych danych, które pozwolą określić wpływ różnych czynników na rzeczywiste parametry cieplne budynków. Test może być również używany do sprawdzenia faktycznej zaprojektowanej efektywności cieplnej materiałów izolacyjnych. Prognozowanie parametrów budynku i jego komponentów na bazie testów in-situ można przeprowadzić, wykorzystując metodologię testów co-heating oraz równanie równowagi cieplnej, a także testy szczelności i pomiar współczynnika wentylacji.

Przykład przeprowadzonego badania

W ramach nowego programu firma Knauf Insulation rozpoczęła niedawno współpracę z uniwersytetem KU Leuven w zakresie testów co-heating. Współpraca ta ma pozwolić na określenie rzeczywistych parametrów termicznych budynków poddanych termorenowacji z zastosowaniem wełny mineralnej Knauf Insulation. Jeden z testów został przeprowadzony dla jednorodzinnej domu w zabudowie szeregowej, znajdującego się w pobliżu Liège (Belgia). Wyniki badań wykazały, że ocieplone ściany zewnętrzne szczelinowe oddzielające budynki szeregowe oraz ocieplona połac dachu pozwalają na zmniejszenie strat ciepła przez obudowę budynku o 50%. Istotnym wnioskiem z tego badania było także pokazanie źródła dodatkowych strat ciepła przez mostki cieplne wokół ościeży okiennych. Do badania użyto:

- sensorów do pomiaru temperatury wewnętrznej i wilgotności względnej w mieszkaniu;

- dmuchawy grzewczej do ogrzewania mieszkania;



Przewidywane straty ciepła [W/K]	Zmierzone (rzeczywiste) straty ciepła [W/K]	Rozbieżność strat ciepła [W/K]
142,1	229,1	87 (+61%)

Rys. 6. Wyniki pomiarów

- wentylatorów cyrkulacyjnych do mieszania powietrza w obrębie mieszkania;
- termostatów do regulacji strumienia ciepła z wentylatora grzewczego;
- licznika [kWh] do pomiaru zużycia energii elektrycznej wentylatora grzewczego, wentylatora cyrkulacyjnego oraz rejestratora danych;
- sprzętu pomiarowego dodatkowego do rejestracji danych metrologicznych na zewnątrz budynku (temperatura, wilgotność względna, promieniowanie słoneczne i prędkość wiatru).

Główne cele badania to:

- określenie ilościowych efektów izolacji termicznej ścian oddzielających w budynkach szeregowych;
- uzyskanie potwierdzenia, że dodatkowa izolacja szczelinowych ścian oddzielających znacznie redukuje efekt „przeciekania ciepła pomiędzy mieszkaniami”.

Krok pierwszy – przeprowadzono pomiar wartości rzeczywistych charakterystyki energetycznej budynku przed wypełnieniem izolacji ścian oddzielających. Wyniki różniły się prawie o 60% od wartości projektowych (rysunek 6).

Drugi krok – przeprowadzono pomiar rzeczywistych wartości charakterystyki energetycznej budynku po wypełnieniu wełną mineralną Knauf Insulation szczelinowych ścian rozdzielających budynki szeregowe. Uzyskane wyniki wskazały, że faktyczna redukcja strat ciepła wyniosła ok. 20% (rysunek 7).

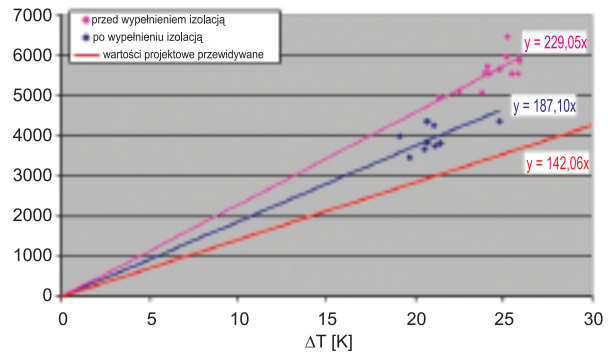
Dlaczego test co-heating

Obecnie mamy możliwość symulacji komputerowych na podstawie danych standardowych, znormalizowanych, ale teoretycznych. Dane wejściowe określają:

- standardowy klimat zewnętrzny;
- teoretyczną charakterystykę energetyczną budynku;
- typowy sposób użytkowania budynku;
- ustaloną wewnętrzną temperaturę;
- ustalony scenariusz wentylacji;
- teoretyczne scenariusze efektywności.

W przypadku symulacji komputerowych uzyskane dane wyjściowe podają: teoretyczne zużycie energii oraz komfort cieplny. Przy stosowaniu testów co-heating dane wejściowe to:

- zmierzona zewnętrzna temperatura;
- zmierzona wewnętrzna temperatura;



Zmierzone straty ciepła przed wypełnieniem [W/K]	Zmierzone (rzeczywiste) straty ciepła po wypełnieniu [W/K]	Rozbieżność strat ciepła [W/K]
229,1	187,2	41,9 (-18,3%)

Rys. 7. Straty ciepła – wyniki pomiaru przed i po wypełnieniu izolacją

- zmierzone zużycie energii;
 - przybliżona ewaluacja parametrów.
- Natomiast dane wyjściowe to:
- rzeczywista charakterystyka budynku;
 - określenie nieszczelności;
 - tempo wentylacji;
 - określenie rzeczywistego sposobu użytkowania;
 - efektywność systemu.

Zadania na przyszłość

Prace nad badaniami co-heating powinny zmierzać w kierunku:

- analizy danych dynamicznych;
- aplikacji metod statystycznych do estymacji charakterystyk i walidacji modeli;
- norm identyfikujących metodologię;
- zredukowania czasu oceny i monitoringu w pełnej skali.

W uzupełnieniu do danych pochodzących z badań, takich jak opisane, dalszy rozwój standardów wymagać będzie skoordynowanych wysiłków badawczych prowadzonych we współpracy z całym przemysłem budowlanym. Takie działania powinny pozwolić odpowiedzieć na pytania:

- Jakie są główne czynniki (w świecie rzeczywistym), które przyczyniają się do wzrostu straty energii?
- Czy są dostępne produkty i rozwiązania zapobiegające takim wzrostom strat i czy one są skuteczne w rzeczywistych zastosowaniach?
- W jaki sposób zmniejszyć rozbieżność między charakterystyką energetyczną budynków projektową a rzeczywistą?

W niektórych przypadkach odpowiedzi mogą być w sferze rozwoju produktów, jak np. ustalenie nowych standardów parametrów dla wyrobu do izolacji cieplnej. W innych przypadkach jednak mogą wynikać ze sposobu, w jakim budynki są zaprojektowane i wykonane.

*mgr inż. Ewa Kosmala
ir Frederic Delcuve*

*Opracowano na podstawie materiałów i raportów wewnętrznych
Knauf Insulation*

KNAUFINSULATION

www.knaufinsulation.pl