

Badanie szczelności biurowców – czy warto je robić?

Wokół wyrastają coraz nowocześniejsze, ekologiczne biurowce o rzekomo niskim zużyciu energii. Ich jakość potwierdzają różnego rodzaju certyfikaty budownictwa zrównoważonego. Jednak nieliczne z tych „supernowoczesnych” budynków mogą pochwalić się protokołem badania szczelności powietrznej i rzeczywistym współczynnikiem wymiany powietrza n_{50} .

Dlaczego n_{50} ?

Jeżeli zaczniemy zmniejszać współczynnik przenikania ciepła U przez przegrody w budynku, dojdziemy do granicy, od której te działania przestaną przekładać się na redukcję zapotrzebowania na ciepło, a ich implementacja nie będzie opłacalna. Okazuje się, że mając dobrze zaizolowane przegrody zewnętrzne, ograniczone mostki cieplne, stolarkę o dobrych parametrach izolacyjnych oraz wysokowydajny odzysk ciepła w rekuperatorze, największą przyczyną strat ciepła będzie powietrze przeciekające przez nieszczelności w zewnętrznej powłoce budynku. Bez wyeliminowania tego zjawiska nie jest możliwe uzyskanie wysokiego standardu energetycznego budynku, takiego jak budynek pasywny, czy tym bardziej zeroenergetyczny.

Jedną z wielkości fizycznych, określających, ile powietrza „ucieka” na skutek nieszczelności, jest współczynnik wymiany powietrza n_{50} . Od wartości tego współczynnika zależy wielkość strat wentylacyjnych na skutek infiltracji, zgodnie z zależnością wg załącznika C do PN-EN ISO 13789:

$$\dot{V}_x = \frac{V \cdot e \cdot n_{50}}{1 + \frac{f \cdot [(V_1 - V_2)]}{e \cdot [V \cdot n_{50}]}} \text{ [m}^3/\text{h]}$$

gdzie:

\dot{V}_x – strumień powietrza infiltrującego [m³/h]

V – kubatura budynku [m³]

\dot{V}_1 – strumień powietrza nawiewanego [m³/h]

\dot{V}_2 – strumień powietrza wywiewanego [m³/h]

e, f – współczynniki ostoięcia budynku [-]

n_{50} – współczynnik wymiany powietrza [h⁻¹]

Współczynnik n_{50} w fazie projektowej budynku jest zakładany i przyjmowany do obliczeń jako wartość teoretyczna, natomiast w zrealizowanym już obiekcie powinien zostać zweryfikowany badaniem szczelności, gdyż jego rzeczywista wartość zależy od jakości i do-

kładności wykonania obiektu i nie ma możliwości jego oszacowania.

Jakie n_{50} przyjmować do obliczeń energetycznych budynku?

Zgodnie z przedstawioną wcześniej zależnością wartość strumienia powietrza infiltrującego jest wprost proporcjonalna do współczynnika n_{50} . Przy założeniu, że w budynku wartość strumienia powietrza nawiewanego jest równa strumieniowi powietrza wywiewanego, to strumień infiltracji powietrza zależy od n_{50} , klasy osłonięcia budynku i jego kubatury, zgodnie ze wzorem:

$$\dot{V}_x = V \cdot e \cdot n_{50} \text{ [m}^3/\text{h]}$$

Od stycznia 2014 roku powinno obowiązywać nowe Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju, w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku, w którym została dokładnie określona procedura postępowania w przypadkach, gdy budynek ma badanie szczelności lub go nie ma.

W przypadku obliczeń projektowej charakterystyki energetycznej budynku sprawa szczelności jest prosta – przyjmujemy zalecaną przez przepisy lub wymaganą przez inwestora wartość współczynnika krotności wymian n_{50} . Jeżeli po wykonaniu budynku został on poddany próbie szczelności, to do obliczeń charakterystyki energetycznej zostaje przyjęta wartość rzeczywista n_{50} .

Jeżeli natomiast nie została przeprowadzona próba szczelności, to w wielu przypadkach naturalne było, że założoną wartość n_{50} , przenosiło się z projektu, do obliczeń końcowych charakterystyki energetycznej. Teraz jednak zostało to doprecyzowane i zgodnie z zapisami, znajdującymi się w nowej metodologii, możemy znaleźć informację:

„jeśli w budynku nie została przeprowadzona próba szczelności, to w obliczeniach należy przyjmować obliczeniową wartość $n_{50obl} = 4 \text{ h}^{-1}$ ”.

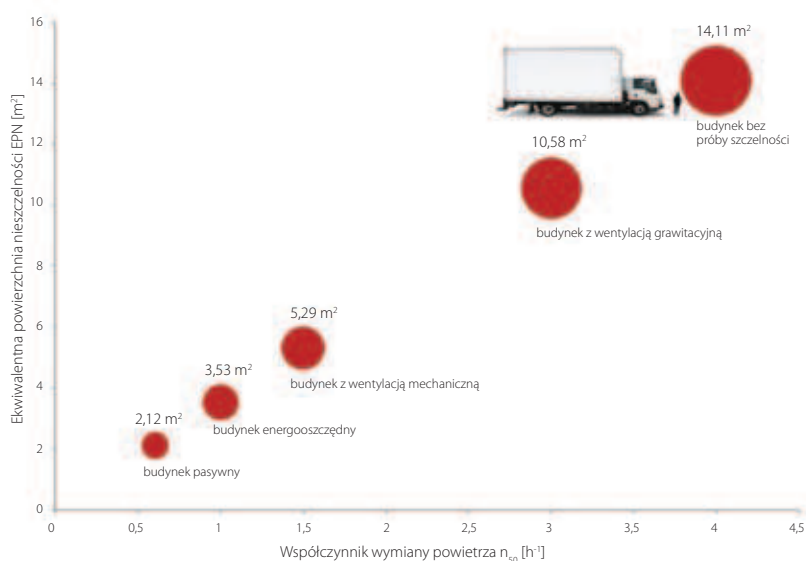


fol. Wiktor Szala

Błażej Szala

n_{50} [h⁻¹] – wymiana powietrza przy ciśnieniu 50Pa

Parametr określający ile razy w ciągu godziny dojdzie do całkowitej wymiany powietrza w badanej kubaturze w wyniku nieszczelności przy różnicy ciśnień pomiędzy środowiskiem wewnętrznym a zewnętrznym wynoszącej 50 Pa.



Zapis ten ma ogromne znaczenie dla budynków wielkokubaturowych, w tym właśnie biurowców, ponieważ, ze względu na swoje gabaryty i zwartość bryły, mają one tendencję do bycia dużo bardziej szczelnymi, niż proponowany obliczeniowy współczynnik n_{50} . W tym przypadku brak próby szczelności narzuca przyjęcie bardzo niekorzystnej z energetycznego punktu widzenia „bezpiecznej” wartości współczynnika wymiany powietrza n_{50} , tak żeby rzeczywiste zużycie energii w budynku przypadkiem nie było wyższe od obliczonego.

Jak duże są to ilości powietrza najlepiej pokazać na konkretnym przykładzie biurowca o kubaturze **50 tys. m³**. Do obliczeń przyjmijmy wybrane wartości współczynników n_{50} , które mają swoje odzwierciedlenie w różnych przepisach i zaleceniach, natomiast odpowiadająca im wartość przeciekającego powietrza zostanie przeliczona na ekwiwalentne powierzchnie nieszczelności.

Jak widać na załączonym wykresie w przypadku biurowca o kubaturze 50 tys. m³ i $n_{50}=4 h^{-1}$ (budynek bez próby szczelności), łączna suma powierzchni nieszczelności, przez które przecieka powietrze, wynosi ponad **14 m²**! Dla porównania ten sam budynek, dla którego $n_{50}=0,6 h^{-1}$ (budynek pasywny) ma łączną powierzchnię nieszczelności nieco ponad 2 m².

W takiej sytuacji nie sposób sobie wyobrazić biurowca z certyfikatem LEED lub BREEAM, dla którego współczynnik n_{50} jest na poziomie odpowiadającym dziurze w elewacji o średnicy **4,24 m**.

Czy taki budynek mógłby być nazywany energooszczędnym?

Czy szczelność budynku jest wymagana?

Śledząc zmiany przepisów dotyczących wartości

współczynników poszczególnych komponentów, mających wpływ na zużycie energii w budynku, można odnieść wrażenie, że ich kierunek jest słuszny. Dążenie do coraz mniejszego zużycia energii wymusza stosowanie coraz lepszych materiałów, rozwiązań, konstrukcji, których właściwości fizyczne poddane są restrykcyjnym ograniczeniom, zawartym w Wymaganiach Technicznych. Zaostrożenia dotyczą wszystkiego, oprócz... szczelności budynków.

Pierwsze zapisy dotyczące szczelności powietrznej budynków oraz granicznych wartości współczynnika n_{50} pojawiły się w Wymaganiach Technicznych z 2008 r. Zgodnie z treścią tego rozporządzenia:

„2.3. Szczelność na przenikanie powietrza

2.3.1. W budynku mieszkalnym, zamieszkania zbiorowego, budynku użyteczności publicznej, a także w budynku produkcyjnym, przegrody zewnętrzne nieprzeźroczyste, złącza między przegrodami i częściami przegród oraz połączenia okien z ościeżami należy projektować i wykonywać pod kątem osiągnięcia ich całkowitej szczelności na przenikanie powietrza.”

„Zaleca się przeprowadzenie sprawdzenia szczelności powietrznej budynku. **Wymagana szczelność** wynosi:

- budynki z wentylacją grawitacyjną – $n_{50} \leq 3,0 h^{-1}$,
- budynki z wentylacją mechaniczną – $n_{50} \leq 1,5 h^{-1}$.”

Na początku 2014 roku zaczęły obowiązywać nowe Wymagania Techniczne, które przyniosły wiele zmian dotyczących przenikalności cieplnej przegród budowlanych, wartości granicznych dla Energii Pierwotnej, no i niestety szczelności. Nowa treść rozporządzenia brzmi:

„2.3.1. W budynku mieszkalnym, zamieszkania zbiorowego, budynku użyteczności publicznej, a także w budynku produkcyjnym, przegrody zewnętrzne nieprzeźroczyste, złącza między przegrodami i częściami przegród (**między innymi połączenie stropodachów i dachów ze ścianami zewnętrznymi**), przejścia elementów instalacji (**takie jak kanały instalacji wentylacyjnej i spalinowej przez przegrody zewnętrzne**) oraz połączenia okien z ościeżami należy projektować i wykonywać pod kątem osiągnięcia ich całkowitej szczelności na przenikanie powietrza.”

„2.3.3. **Zalecana szczelność** powietrzna budynków wynosi:

- w budynkach z wentylacją grawitacyjną lub wentylacją hybrydową – $n_{50} < 3,0 1/h$,
- w budynkach z wentylacją mechaniczną lub klimatyzacją – $n_{50} < 1,5 1/h$.

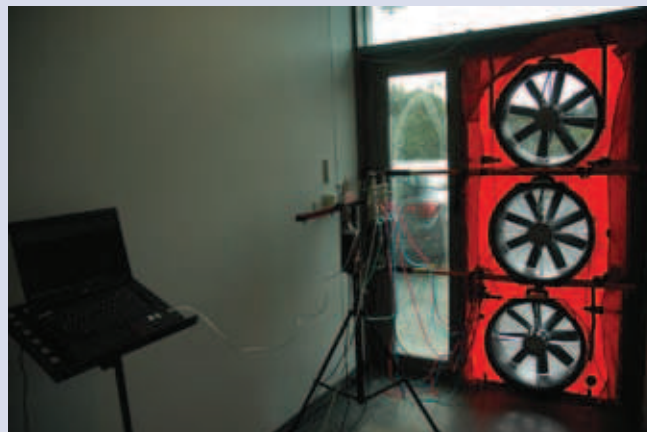
2.3.4. Zalecane jest, by po zakończeniu budowy budynek mieszkalny, zamieszkania zbiorowego, użyteczności publicznej i produkcyjny został poddany próbie szczelności przeprowadzonej **zgodnie z Polską Normą** dotyczącą przepuszczalności powietrznej budynków w celu uzyskania zalecanej szczelności budynków określonej w pkt. 2.3.3.”

Baltic Business Park w Szczecinie – biurowiec klasy A+ z certyfikatem szczelności

Jednym z nielicznych w Polsce biurowców, które zostały poddane próbie szczelności powietrznej „Blower Door Test”, jest Baltic Business Park w Szczecinie. Inwestor zdecydował się jako pierwszy w Polsce na przeprowadzenie badania szczelności dla tego typu obiektu ze względu na wymagających najemców oraz kontrolę jakości prac budowlanych.



Fot. 1. Elewacja słupowo-ryglowa



Fot. 2. Zestaw pomiarowy „Blower Door”

Budynek ma 7 kondygnacji (podziemny garaż, parter i 5 pięter). Wzniesiono go w konstrukcji żelbetowej wylewanej na miejscu z wypełnieniami z cegły silikatowej ze stropodachem odwróconym. Elewacja jest w przewarżającej części słupowo-ryglowa, w części wentylowana, oblicowana płytami kamiennymi z osadzoną nieotwieraną stolarką aluminiową. Budynek wyposażono w wentylację mechaniczną nawiewno-wywiewną z odzyskiem ciepła.

W wyniku badania szczelności wykonanego przez firmę LUFTHAUS energie określono rzeczywisty współczynnik wymiany powietrza na poziomie $n_{50}=0,58 [h^{-1}]$

Dla porównania:

- budynki pasywne $n_{50} \leq 0,6 [h^{-1}]$
- budynki z wentylacją mechaniczną lub klimatyzacją $n_{50} \leq 1,5 [h^{-1}]$
- budynki bez próby szczelności $n_{50} = 4 [h^{-1}]$

Gdyby Inwestor nie wykonał badania szczelności, musiałby przyjąć do obliczeń współczynnik wymiany powietrza $n_{50} = 4 [h^{-1}]$.

Nowe przepisy przyniosły zaostrzenia dotyczące współczynników przenikania ciepła, natomiast złagodziły zapisy dotyczące szczelności. Niestety coś, co kiedyś było wymagane teraz jest już tylko zalecane.

Mimo tak niekorzystnych, jeśli weźmie się pod uwagę energooszczędność, zapisów, zostało jednak bardzo wyraźnie zaznaczone (czego nie było we wcześniejszych Warunkach Technicznych), że jeżeli decydujemy się na badanie szczelności, to musi być ono wykonane zgonie z Polską Normą. Zapis ten odnosi się do *PN-EN13829 „Właściwości cieplne budynków. Określanie przepuszczalności powietrznej budynków. Metoda pomiaru ciśnieniowego z użyciem wentylatora”*.

Norma, wg której należy przeprowadzić badanie szczelności, szczegółowo określa jakiej dokładności musi być sprzęt pomiarowy, jakie muszą być warunki atmosferyczne, w jakim stanie musi być budynek, co mierzyć i jak opracowywać wyniki pomiaru. Wszystkie odstępstwa od normy muszą zostać zaprotokołowane i zamieszczone w raporcie.

Podsumowanie

Po zebraniu i przeanalizowaniu wszystkich informacji, norm, przepisów dotyczących szczelności powietrznej budynków można dojść do następujących wniosków:

- Badanie szczelności powietrznej budynków w Polsce nie jest wymagane a zalecane;
- W zależności od rodzaju zastosowanej w budynku wentylacji zaleca się nie przekraczać odpowiednich wartości współczynnika n_{50} ;
- Jeżeli budynek nie zostanie poddany próbie szczelności, to należy do obliczeń przyjąć $n_{50}=4 h^{-1}$;
- Jeżeli budynek będzie poddany próbie szczelności, wówczas taka próba musi zostać wykonana zgodnie z Polską Normą. Dopiero uzyskany w taki sposób rzeczywisty współczynnik wymiany powietrza n_{50} może posłużyć do dalszych obliczeń energetycznych budynku.

Na koniec chyba najsmutniejsza informacja: „budynek ekologiczny” nie zawsze oznacza „budynek energooszczędny”.

Błażej Szala
LUFTHAUS energie