

# Wpływ szczelności ścian osłonowych na szczelność powietrzną budynków

Nieszczelności w obudowie budynku są przyczyną zwiększenia strat ciepła zimą, a także strat chłodu w lecie. Negatywnie wpływają na pracę systemów wentylacji mechanicznej – w szczególności tych z odzyskiem ciepła – obniżając skuteczność samego procesu. Aby zapewnić jak najlepsze warunki pracy urządzeń i osiągnąć jak najlepszy komfort cieplny użytkowników, należy zwrócić szczególną uwagę na jakość i dokładność wykonania zewnętrznej powłoki budynku.



foto: Wiktor Szala

Błażej Szala

W ostatnim czasie w Polsce buduje się coraz więcej obiektów o dużych szklanych fasadach słupowo-ryglowych. Jak zapewniają producenci ścian osłonowych, ich systemy charakteryzują się bardzo wysoką klasą szczelności i wodoodporności, co jest poparte wynikami prób wykonanych przez Jednostki Notyfikowane, certyfikujące wyroby budowlane. To jaki wpływ na szczelność powietrzną budynku ma fasada słupowo-ryglowa zależy od dokładności jej montażu oraz od udziału pola powierzchni przeszklenia w całkowitym polu powierzchni obudowy budynku. Jakie zatem wymagania szczelności są stawiane ścianom osłonowym i jak to się ma do szczelności całego budynku?

## Ściana osłonowa jako element zapewniający szczelność budynku

Aby wyeliminować skutki występowania nieszczelności, należy w myśl prawa budowlanego projektować i wykonywać przegrody zewnętrzne oraz ich połączenia w taki sposób, aby zapewnić ich całkowitą szczelność na przenikanie powietrza. Dotyczy to również fasad szklanych słupowo-ryglowych. Zgodnie z PN-EN12152:2004 ściany osłonowe można przyporządkować następującym klasom szczelności powietrznej:

Tabela 1. Klasy przepuszczalności powietrza w odniesieniu do powierzchni całkowitej

| Ciśnienie maksymalne $P_{max}$ [Pa] | Przepuszczalność powietrza [ $m^3/h \cdot m^2$ ] | Klasa |
|-------------------------------------|--|-------|
| 150                                 | 1,5  | A1    |
| 300                                 | 1,5  | A2    |
| 450                                 | 1,5  | A3    |
| 600                                 | 1,5  | A4    |
| >600                                | 1,5  | AE    |



foto: Błażej Szala

Fasada słupowo-ryglowa

Każda z klas ma inne ciśnienie maksymalne, dla którego badana próbka nie może przekroczyć  $1,5 m^3/h \cdot m^2$ , co wynika bezpośrednio z tabeli. Istnieją również graniczne wartości przepuszczalności powietrznej dla ciśnień niższych niż maksymalne, które muszą zostać spełnione, aby można było przyporządkować ścianę osłonową do danej klasy. Obliczenia tych granic przedstawiono w formie graficznej.

## 50 Pa – ciśnienie odniesienia

Badanie szczelności powietrznej budynku ma na celu lokalizację miejsc niekontrolowanych przecieków powietrza przez jego obudowę, a także wyznaczenie współczynników określających szczelność powietrzną budynku dla różnicy ciśnień 50 Pa. Zgodnie z Warunkami Technicznymi przy wentylacji mechanicznej dla tej różnicy ciśnień określono maksymalną krotność wymian powietrza w budynku na  $1,5 h^{-1}$ . Co w takim razie dzieje się z budynkiem z fasadą słupowo-ryglową przy 50 Pa i  $n_{50} = 1,5 h^{-1}$ ?

Wykres granicznej wartości przepuszczalności powietrznej ścian osłonowych przy próbnym ciśnieniu 50 Pa pokazuje przepuszczalność fasady dla poszczególnych klas szczelności. Wartość ta najbardziej wpływa na wynik próby szczelności w budynku.

W wyniku nieszczelności spada skuteczność odzysku ciepła przez układ wentylacyjny ze względu na fakt, że dochodzi do „niezamierzonej” wentylacji pomieszczeń poprzez nieszczelności w obudowie budynku. Dla zadanych warunków brzegowych różnice te mogą wynosić nawet 18 punktów procentowych. Więcej na temat wpływu nieszczelności na sprawność odzysku ciepła można przeczytać w „Cyrkulacjach” nr 5.

### Szczelność budynku a szczelność fasady

Zgodnie z obowiązującymi przepisami, graniczna wartość szczelności powietrznej budynków, wyrażona współczynnikiem krotności wymian  $n_{50}$ , zależy tylko i wyłącznie od systemu wentylacji, jaki został zastosowany w obiekcie, natomiast nie zależy od wielkości budynku. Niestety, taka koncepcja nie jest moim zdaniem do końca prawidłowa, ponieważ wraz z zwiększeniem wymiarów zewnętrznych budynku zmieniają się proporcje pomiędzy kubaturą a polem powierzchni obudowy budynku, wyrażone współczynnikiem kształtu  $A/V$  (więcej na temat wpływu  $A/V$  na szczelność powietrzną budynku można przeczytać w „Cyrkulacjach” nr 8). Oznacza to, że budynki o różnych wielkościach będą odznaczać się inną krotnością wymian powietrza  $n_{50}$  przy tej samej przepuszczalności powietrznej przez powierzchnię obudowy.

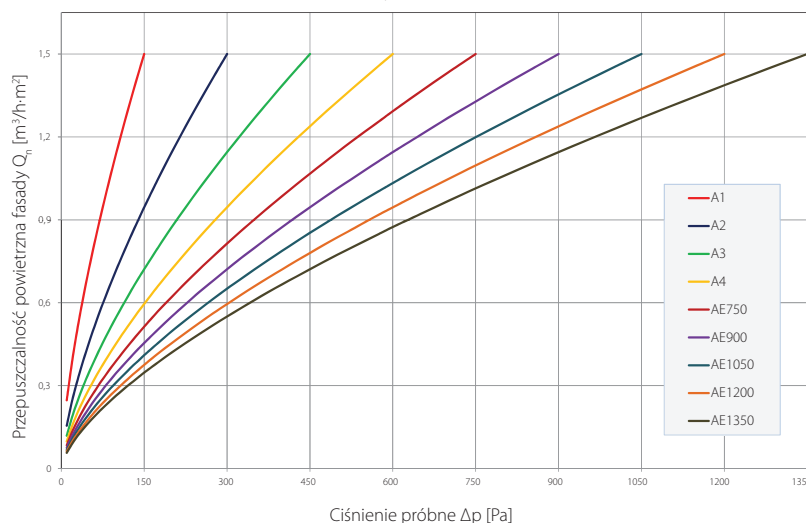
Przeanalizujemy przykładowy biurowiec z fasadą słupowo-ryglową o następujących parametrach wyjściowych:

- 15 kondygnacji nadziemnych,
- kubatura netto 67 500 m<sup>3</sup>,
- powierzchnia netto kondygnacji 1 500 m<sup>2</sup>,
- powierzchnia obudowy budynku 9 970 m<sup>2</sup>,
- fasada szklana, słupowo-ryglowa, klasa szczelności AE1050,
- szczelność budynku  $n_{50} = 1,5 \text{ h}^{-1}$  (wartość graniczna wg WT2008),
- współczynnik kształtu  $A/V = 0,15 \text{ m}^{-1}$ ,
- udział fasady słupowo-ryglowej w całkowitej powierzchni obudowy budynku 70%.

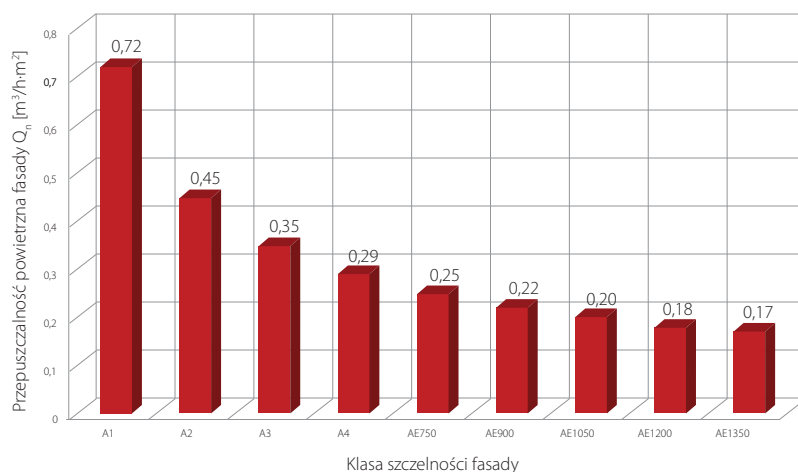
Dla tak przyjętych parametrów wyjściowych można wyznaczyć wielkości pochodne:

- strumień przeciekającego powietrza przez obudowę budynku przy 50 Pa  $\dot{V}_{50} = 101\,250 \text{ m}^3/\text{h}$  [sic!],
- przepuszczalność powietrza przez fasadę przy 50 Pa,  $Q_n = 0,2 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ ,

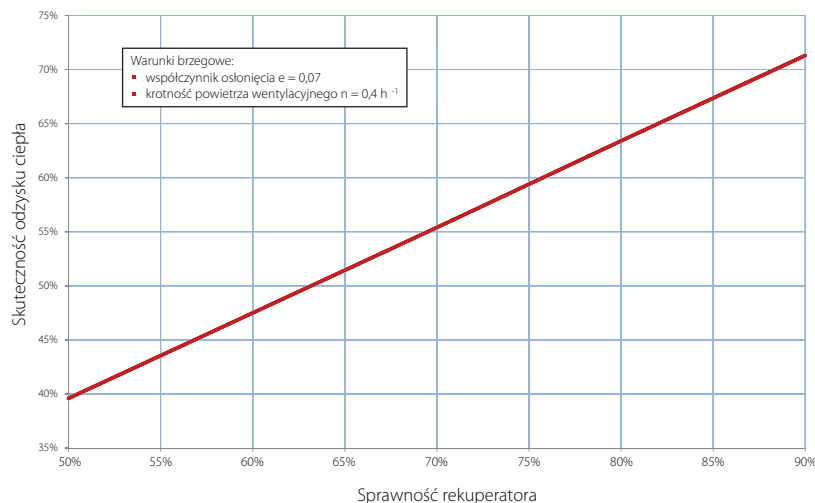
Graniczne wartości przepuszczalności powietrznej ścian osłonowych dla poszczególnych klas szczelności

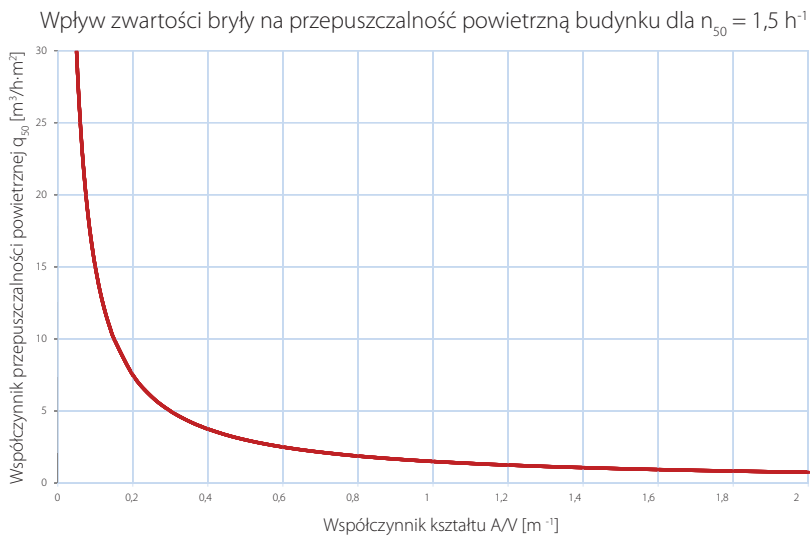


Graniczna wartość przepuszczalności powietrznej ścian osłonowych przy próbnym ciśnieniu 50 Pa



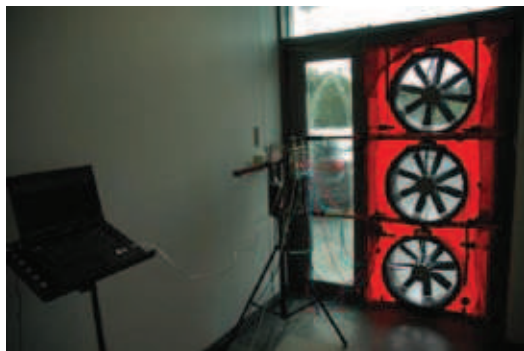
Zmiana skuteczności odzysku ciepła na skutek nieszczelności przy  $n_{50} = 1,5 \text{ h}^{-1}$





- przepuszczalność powietrza przez budynek przy 50 Pa  $q_{50} = 10 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$  [sic!].

Aby sprostać Warunkom Technicznym dotyczącym szczelności budynku, przy założeniu, że fasada została wykonana zgodnie z deklaracją producenta ( $Q_{n50} = 0,2 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ ), dla pozostałych 30% powierzchni przepuszczalność powietrzna nie powinna przekraczać bagatela  $32,9 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ . Oczywiście jest to strumień powietrza przeciekający przy wywołanym nadciśnieniu lub podciśnieniu, ale sama jego skala budzi już niepokój. Przeliczmy te strumienie na powierzchnię „dziur” w obudowie budynku. Każdy strumień powietrza prze-



Urządzenia Blower Door w czasie badania dużego budynku



Wykryta nieszczelność w narożniku fasady

ciekający przez powierzchnię obudowy budynku, przy odpowiedniej różnicy ciśnień, można przeliczyć na tzw. ekwiwalentną powierzchnię nieszczelności. Dla naszego referencyjnego biurowca wielkość nieszczelności będzie następująca:

- dla całego budynku ok.  $5 \text{ m}^2$  (otwór  $\varnothing 2,52 \text{ m}$ ), w tym:
- dla szklanej fasady słupowo-ryglowej  $0,1 \text{ m}^2$  (otwór  $\varnothing 0,36 \text{ m}$ ),
- dla pozostałej części obudowy  $4,9 \text{ m}^2$  (otwór  $\varnothing 2,5 \text{ m}$ ).

W przeliczeniu na jednostkę powierzchni obudowy wygląda to następująco:

- dla całego budynku  $5 \text{ cm}^2/\text{m}^2$  (otwór  $\varnothing 2,52 \text{ cm}/\text{m}^2$ ) w tym:
- dla szklanej fasady słupowo-ryglowej  $0,14 \text{ cm}^2/\text{m}^2$  (otwór  $\varnothing 4,2 \text{ mm}/\text{m}^2$ ),
- dla pozostałej części obudowy  $16,4 \text{ cm}^2/\text{m}^2$  (otwór  $\varnothing 4,57 \text{ cm}/\text{m}^2$ ).

Z tych obliczeń wyłania się bardzo niepokojący obraz: można wykonać duży budynek, tak aby na każdym metrze kwadratowym jego powierzchni zostawić dziurę o średnicy 2,5 cm i można spać spokojnie – spełni on wymagania techniczne dotyczące szczelności.

Na szczęście (a może nieszczęście) plac budowy to nie laboratorium i jakość montażu systemów fasadowych dalece odbiega od zaleceń producenta. Dodatkowo pozostałe elementy obudowy, takie jak monolityczne stropy i stropodachy, nie mają w swojej strukturze opisanych wyżej „dziur” tak więc poziom szczelności budynku jako całego obiektu powinien być przyzwoity. Powinien być, bo mało kto przeprowadza badania szczelności budynków i mało kto decyduje się na zbadanie szczelności elementu fasady już na placu budowy. A wyniki takiego pomiaru mogą być naprawdę zaskakujące.

### Co zrobić w sprawie szczelności?

Może właśnie teraz nadszedł czas, aby architekci oraz projektanci systemów wentylacyjnych podchodzili indywidualnie do każdego budynku i w sprawie szczelności wyznaczali kryteria, które są adekwatne do jego wielkości i systemu, w którym jest wykonany? Przecież nie można zagwarantować poprawności działania systemu wentylacyjnego oraz deklarować poziomu odzysku ciepła w rekuperatorze skoro nie jest wiadome, czy stworzone warunki pracy są odpowiednie? Na pewno wprowadzenie do projektów wymagań szczelności poparte badaniami wpłynęłoby pozytywnie na jakość i dokładność wykonywanych prac budowlanych. ■

**Błażej Szala**  
**LUFTHAUS energie**