

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Popiołek

Gliwice, 01.12.2012 r.

Politechnika Śląska w Gliwicach

Katedra Ogrzewnictwa Wentylacji i Techniki Odpylania

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Ewy Zender-Świercz

nt.: Regulowanie parametrów mikroklimatycznych Indywidualnym Systemem
Nawiewnym

Tematyka pracy

Budynki mieszkalne w Polsce w większości nie są wyposażone w systemy wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła. Najczęściej wentylowane są w sposób „naturalny”, przepływ powietrza wywołuje siła wyporu hydrostatycznego wynikająca z różnicy temperatury wewnątrz i na zewnątrz budynku oraz siła naporu wiatru na przegrody zewnętrzne. Ten system wentylacji nie zapewnia wymaganej ilości powietrza wentylacyjnego, nie umożliwia regulacji tej ilości i nie umożliwia odzysku ciepła z usuwanego powietrza wentylacyjnego. Obowiązujące wymagania techniczne zalecają stosowanie specjalnych nawiewników okiennych lub podokiennych umożliwiających napływ powietrza zewnętrznego. W modernizowanych budynkach po wymianie stolarki okiennej na szczelną często takich nawiewników nie montuje się. Przy szczelnych oknach wymiana powietrza jest kilkakrotnie mniejsza od wymaganej, przez co utrzymuje się wysokie stężenie zanieczyszczeń w budynku a jakość powietrza jest niezadawalająca.

Kraje Unii Europejskiej przyjęły ambitny plan zmniejszenia emisji ditlenku węgla do roku 2050 o 80%. Aby taki cel mógł być osiągnięty zużycie energii przez sektor budownictwa musi zostać drastycznie zmniejszone. Zgodnie ze znowelizowaną Dyrektywą EPBD po roku 2018 wszystkie nowe budynki publiczne a po roku 2020 wszystkie nowo powstające budynki będą musiały spełniać wymóg Budynków prawie Zero Energetycznych. W takich budynkach system wentylacji będzie musiał być wyposażony w urządzenia do odzysku ciepła a budynek będzie musiał w szerokim zakresie wykorzystywać odnawialne źródła energii. Kraje Unii Europejskiej

będą musiały realizować podobne plany również dla budynków istniejących, podlegających modernizacji.

W rozprawie opisano innowacyjny system wentylacji mechanicznej wspomagającej wentylację naturalną. Nowość instalacji polega na wykorzystaniu istniejących dolnych odcinków kanałów wentylacji grawitacyjnej jako elementów układu nawiewnego. System taki mógłby być ewentualnie wykorzystywany przy modernizacji istniejących zasobów budownictwa wielorodzinnego w Polsce, pod warunkiem rozwiązania sposobu odzysku ciepła z powietrza usuwanego.

Tematykę pracy doktorskiej należy zatem uznać za aktualną i posiadającą istotne praktyczne znaczenie w dziedzinie budownictwa energooszczędnego.

Cel, zakres pracy i sposób jej przedstawienia

Praca zawiera około 126 stron, podzielona jest na 6 rozdziałów, wnioski i bibliografię oraz uzupełniona jest załącznikiem. Przedstawiona bibliografia składa się z 85, głównie krajowych pozycji, w tym zawiera pozycje nowe do roku 2011. Bibliografia jest powiązana z tematyką pracy. Poziom edytorski pracy nie jest najlepszy, autorka nie ustrzegła się niestety usterek w tekście i na rysunkach, są one dość liczne.

W pierwszej części pracy (rozdział 1 i 2) zamieszczono wprowadzenie i dokonano przeglądu dostępnej literatury. Omówiono mikroklimat wewnątrz w tym: jakość powietrza i komfort cieplny. Następnie omówiono charakterystykę systemów wentylacji, ich podział i przeznaczenie oraz przedstawiono instalację z indywidualnym dopływem powietrza do pomieszczenia.

W rozdziale 2.5 przedstawiono cele i tezy rozprawy doktorskiej. Przyjęto, że celem rozprawy jest:

1. ocena mikroklimatu w mieszkaniach wyposażonych w wentylację z indywidualnym dopływem powietrza,
2. próba wdrożenia innowacyjnego rozwiązania ISN (Indywidualnego Systemu Nawiewnego) jako instalacji poprawiającej jakość powietrza wewnętrznego,
3. połączenie wentylacji mechanicznej z grawitacyjną w celu poprawy mikroklimatu wewnątrz bez nadmiernego zwiększenia kosztów instalacji,
4. określenie optymalnych warunków pracy ISN z uwzględnieniem wiatru oraz pracy wentylatora,

5. budowa modelu matematycznego opisującego działanie ISN z uwzględnieniem wiatru oraz pracy wentylatora.

Postawione tezy pracy to:

1. ISN powoduje poprawę jakości powietrza w pomieszczeniach z niewielkim podniesieniem kosztów eksploatacyjnych mieszkań,
2. ISN może być systemem stosowanym powszechnie,
3. możliwe jest opracowanie modelu matematycznego opisującego pracę ISN.

W rozdziale 3 pracy przedstawiono badania systemu wentylacji z indywidualnym dopływem powietrza do pomieszczenia. Scharakteryzowano obiekt doświadczeń, przedstawiono wyniki pomiaru szczelności oraz wyniki pomiaru jakości powietrza w pomieszczeniach wyposażonych w indywidualny system nawiewny. Przeanalizowano zależność stężenia CO₂ w pomieszczeniu od temperatury powietrza zewnętrznego, prędkości wiatru oraz przeprowadzono analizę statystyczną wpływu pracy indywidualnego systemu nawiewnego na jakość powietrza wewnętrznego.

W rozdziale 4 podjęto próbę opracowania metody obliczania strumienia powietrza wentylacyjnego w pomieszczeniach z indywidualnym dopływem powietrza a w rozdziale 5 przedstawiono ocenę wiarygodności opracowanej metody obliczeń. W rozdziale 6 przedstawiono propozycje ulepszenia pracy indywidualnego systemu nawiewnego.

Ocena uzyskanych wyników

Przedstawiony cel 1 pracy „ocena mikroklimatu w mieszkaniach wyposażonych w wentylację z indywidualnym dopływem powietrza” został osiągnięty. Cel 4 „określenie optymalnych warunków pracy ISN z uwzględnieniem wiatru oraz pracy wentylatora” był zbyt ambitny i jako taki nie mógł być osiągnięty, jednakże uzyskane wyniki umożliwiają ocenę jak włączenie ISN wpływa na warunki w pomieszczeniach i jak na te warunki wpływa temperatura zewnętrzna i prędkość wiatru. Słusznie również zwrócono uwagę na konieczność zmiany rozplywu powietrza wentylacyjnego w mieszkaniach (nawiew do sypialni) i możliwość pracy tego systemu tylko w wybranych porach dnia (wg harmonogramu działania). Realizację celów 2 i 3 trudno ocenić ze względu na brak wymiernych kryteriów, których spełnienie mogłoby świadczyć o osiągnięciu tych celów.

Pierwsza teza pracy „ISN powoduje poprawę jakości powietrza w pomieszczeniach z niewielkim podniesieniem kosztów eksploatacyjnych mieszkań” została potwierdzona. Podobnie potwierdzona została teza druga mówiąca, że „możliwe jest opracowanie modelu matematycznego opisującego pracę ISN”. Natomiast teza 2 cyt. „ISN może być systemem stosowanym powszechnie” wymaga analizy możliwości technicznych zintegrowania takiego systemu wentylacji z istniejącą strukturą budynków, dotyczy to zwłaszcza budynków istniejących poddawanych modernizacji.

Uwagi dyskusyjne

Prezentując wyniki swoich prac doktorantka powinna zwracać większą uwagę na poprawność i kompletność przedstawianych badań, i tak np.:

- na rysunku 17 strzałki wskazują na wywiew powietrza z ISN a nie nawiew,
- nie podano informacji o pomiarze klimatu zewnętrznego, skąd pochodziły dane o temperaturze zewnętrznej, prędkości i kierunku wiatru?,
- jakie urządzenia gazowe były zainstalowane i użytkowane w badanym budynku, czy ich działanie mogło mieć wpływ na stężenie CO₂ i wymianę powietrza?,
- jak rozumieć zdanie „Pomiar wykonano przy zamkniętych oknach oraz przy uchylonych oknach (jak ocenić stopień ich uchylecia) celem określenia ilości powietrza dopływającego do pomieszczenia oraz krotności wymian powietrza”?,
- w pracy jest informacja: „analizę zależności koncentracji (poprawnie powinno być stężenia) CO₂ od temperatury powietrza zewnętrznego wykonano w oparciu o średnie wartości temperatury oraz nadwyżki stężenia CO₂” ale nigdzie nie jest podana informacja o sposobie uśredniania, za jaki okres czasu wyniki pomiaru były uśredniane?.

Powyższe uwagi mam nadzieję zostaną satysfakcjonująco wyjaśnione w czasie publicznej dyskusji nad rozprawą doktorską.

Pozostaje do wyjaśnienia sprawa trudniejsza, dotyczy ona rozdziału 5.3 pt. „Przeprowadzenie eksperymentu i rezultaty pomiarów”. Moje zastrzeżenia dotyczą:

1. Przyczyn dla których zastosowano dwie różne metody bilansowania strumieni powietrza wentylacyjnego. Dlaczego dla przypadku a) „Wentylator Indywidualnego Systemu Nawiewnego wyłączony” strumień powietrza wywiewanego obliczano na podstawie emisji

i stężenia CO₂, a w przypadku b) „Wentylator Indywidualnego Systemu Nawiewnego włączony” jako sumę strumienia nawiewanego przez Indywidualny System Nawiewny oraz dopływającego przez okno. W obu przypadkach, jeśli znana była emisja CO₂ można było wyliczyć łączny strumień zewnętrznego powietrza wentylacyjnego na podstawie emisji i zmierzonego stężenia CO₂.

2. błędnej interpretacji różnic przedstawionych na Rys. 67 „Porównanie wyników obliczeń teoretycznych z danymi eksperymentalnymi”; różnice te nie wynoszą tak jak podano w pracy „2% (wyjątek stanowi jednorazowy pomiar z błędem niespełna 5%)” lecz odpowiednio 200% i 500%; w związku z tym sformułowania zawarte w rozdziale 5.6 pt. „Wnioski do rozdziału piątego” są całkowicie nieuprawnione.

Podsumowanie

Pani mgr inż. Ewa Zender-Świercz przeprowadziła obszernie badania dotyczące innowacyjnego systemu wentylacji mechanicznej wspomagającej wentylację naturalną, określanego jako ISN (indywidualny system nawiewny) i przeanalizowała uzyskane wyniki. Wyniki badań są oryginalne i mogą być wykorzystane w praktyce.

Pomimo moich uwag krytycznych, pracę doktorską Pani mgr inż. Ewy Zender-Świercz oceniam pozytywnie. O jej wartości stanowi zadawalające rozwiązanie postawionego zadania naukowego oraz w większości, właściwa interpretacja zagadnień i zjawisk objętych tematem. Uważam, że praca odpowiada wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim i wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Ewy Zender-Świercz do publicznej obrony tej rozprawy.



Gliwice, 01.12.2012 r.