

WPLYW WIATRU NA ODPROWADZENIE SPALIN GAZU Z MIESZKAŃ – STUDIUM PEWNEGO PRZYPADKU

Grzegorz KRAJEWSKI*, Jerzy Antoni ŻURAŃSKI**

* Instytut Techniki Budowlanej, Zakład Badań Ogniwych
ul. Ksawerów 21, 02-656 Warszawa, e-mail g.krajewski@itb.pl

** Instytut Techniki Budowlanej, Zakład Konstrukcji i Elementów Budowlanych
ul. Filtrów 1, 00-611 Warszawa, e-mail:j.zuranski@itb.pl

Streszczenie: Na przykładzie obliczeń numerycznych odprowadzenia spalin gazu z mieszkania w warunkach silnego wiatru przedstawiono wpływ szczególnego ukształtowania dachu na działanie wentylacji naturalnej. Przedstawiono także wpływ zmian w układzie wentylacji mieszkań na odprowadzenie spalin gazu.

Słowa kluczowe: Wiatr, odprowadzenie spalin gazu, wentylacja naturalna, zatrucie, obliczenia numeryczne, CFD.

1. WPROWADZENIE

W jednym z miast o starej zabudowie, wśród budynków o wysokości 6 pięter, wybudowano „plombę” o dachu łukowym, przewyższającym o kilka metrów dachy sąsiednie. Zmieniło to charakterystykę aerodynamiczną sąsiedniego budynku w otoczeniu wylotów z przewodów wentylacyjnych i spalinowych (kominów). Niektóre z nich podwyższono, innych nie podwyższono. Po kilku latach, jesienią podczas wiatru, uległ śmiertelnemu zatruciu tlenkiem węgla jeden z mieszkańców tego budynku. W celu oceny skuteczności funkcjonowania istniejącej instalacji odprowadzającej spaliny przeprowadzono szereg symulacji komputerowych opartych na metodzie numerycznej mechaniki płynów (CFD).

Obliczenia numeryczne zostały przeprowadzone przy użyciu oprogramowania Fluent 6.3.26 produkcji firmy ANSYS. W początkowej fazie analiz przeprowadzono szereg symulacji CFD dla wariantu 2D. Szczegółowej analizie zostały poddane trzy warianty:

- 1) z okresu przed wybudowaniem plomby między budynkami – brak dachu łukowego, niskie kominy
- 2) w momencie wypadku (rys.1) – dach łukowy, podwyższona część kominów,

- 3) stan zalecany (rys. 2) – dach łukowy, podwyższone wszystkie kominy.



Rys. 1. Stan w momencie wypadku.
Fig.1. Situation in the moment of accident.

W wariantach 2) wykonano obliczenia dla dwóch sytuacji, z otworem bocznym w kanale spalinowym i bez tego otworu. Po wstępnej interpretacji uzyskanych wyników zbudowano trójwymiarowe modele (3D) analizowanej przestrzeni w celu jak najdokładniejszego odwzorowania panujących warunków.

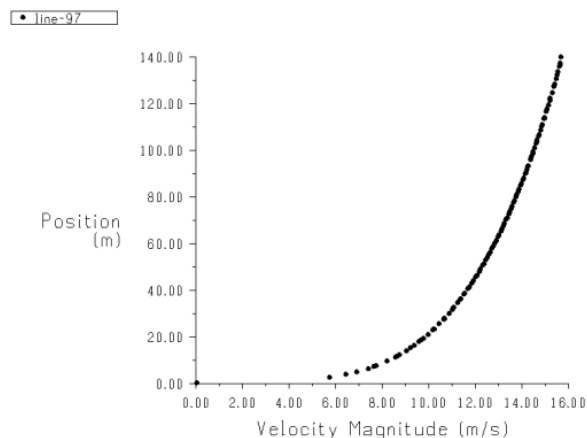


Rys. 2. Stan zalecany.
Fig. 2. Recommended solution.

2. DANE WEJŚCIOWE

Warunki początkowe, prędkość i kierunek wiatru w czasie wypadku, przyjęto na podstawie pomiarów z najbliższej, lotniskowej stacji meteorologicznej. Średnia 10 - minutowa prędkość wiatru na wysokości 13 m nad terenem z kierunku zachodniego wynosiła 11 m/s, w porywach do 19 m/s, a temperatura powietrza 9 °C. Przeliczenia prędkości wiatru na warunki miejskie dokonano przyjmując rodzaj terenu B według [1] po nawietrznej stronie (zachodniej) anemometru lotniskowego i stosując profil potęgowy o wykładniku $\alpha = 0,19$ oraz wysokość wiatru gradientowego 400 m, natomiast dla terenu miejskiego C przyjmując $\alpha = 0,24$ oraz wysokość wiatru gradientowego 500 m. Prędkość wiatru w rejonie rozpatrywanego budynku obliczano według wzoru

$$U(z) = 4,8 \cdot z^{0,24} \left[\frac{m}{s} \right] \quad (1).$$



Rys. 3. Profil wiatru zastosowany w obliczeniach numerycznych.
Fig. 3. Wind profile used in numerical calculations.

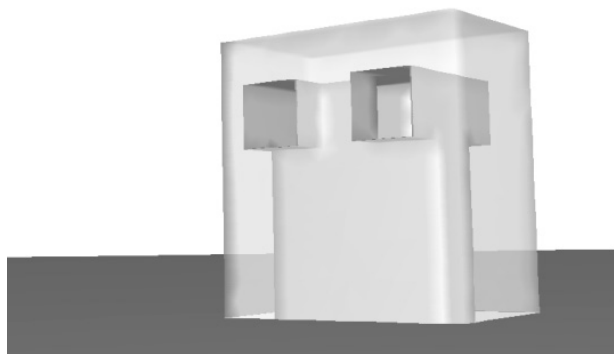
Obliczenia wykonano dla średniej, stałej w czasie prędkości wiatru, nie uwzględniano porywów wiatru. Prędkość wiatru, określoną za pomocą wzoru (1), odliczano od poziomu terenu w odległości ok. 130 m od rozpatrywanego wylotu z komina. Odwzorowano ciąg budynków, od strony nawietrznej w stosunku do tego, w którym zdarzył się wypadek, oraz budynki w postaci dwuwymiarowej przeszkody zamykające od strony nawietrznej kanion ulicy, prostopadły do linii rozpatrywanych budynków.

Trójwymiarowy model analizowanej przestrzeni zbudowano na podstawie planów architektonicznych budynku, danych kominiarskich oraz zeznań świadków zdarzenia.

Na podstawie informacji uzyskanych z akt prokuratury założono, iż wszystkie okna w pokojach mieszkania podda- nego szczegółowej analizie były szczelnie zamknięte, jedynie okno w kuchni było uchylone. W symulacji uwzględ-

niono także nieszczelności drzwi wejściowych do klatki schodowej, mieszkań oraz nieszczelności okien na strychu. Szczegółowej analizie poddano obszar wylotu z komina prowadzącego z łazienki, do którego podłączony był przepływowy podgrzewacz gazowy oraz obszar znajdujący się w sąsiedztwie czopucha podgrzewacza, na którym to zamontowany był wentylator.

Komin przewodu spalinowego, będącego jednocześnie przewodem wentylacyjnym, gdyż innego w łazience nie było, wystawał ok. 0,60 m ponad powierzchnię dachu (rys. 2), zaś środek otworów wylotowych, wychodzących na obie strony znajdował się na wysokości ok. 0,40 m.



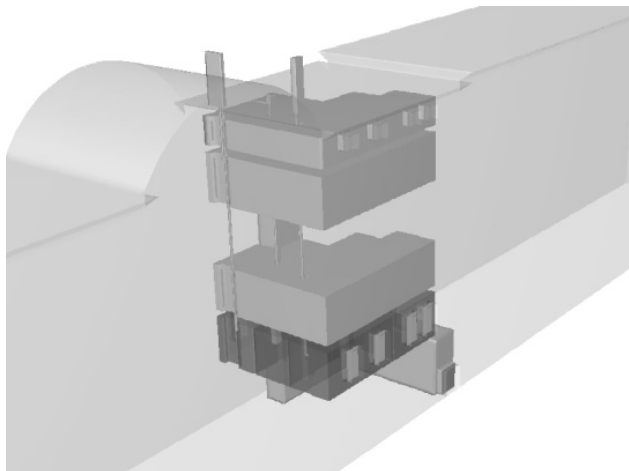
Rys. 4. Wylot komina w chwili wypadku.
Fig. 4. Outlet of chimney in the moment of accident..

Kierunek wiatru był równoległy do obu ścian bocznych komina, w których były otwory wylotowe.

W rozpatrywanym mieszkaniu był przewód wentylacyjny odprowadzający powietrze z kuchni oraz przewód dymowy kominka znajdującego się w pokoju. Wyloty tych przewodów zostały podwyższone po wybudowaniu dachu łukowego do wysokości odpowiadającej wymaganiom normy [2]. Nie podwyższono natomiast wylotu przewodu spalinowego łazienkowego (rys. 4).

3. OBLICZENIA NUMERYCZNE

W celu przeprowadzenia obliczeń numerycznych został przygotowany trójwymiarowy model (3D) budynku wraz z mieszkaniem, w którym doszło do zatrucia, oraz lokalami łączącymi się z analizowanym pomieszczeniem przewodami wentylacyjnymi (rys. 5). Analizowany obszar został podzielony za pomocą niestrukturalnej tetrahedralnej siatki numerycznej na skończoną liczbę objętości kontrolnych. Całkowita liczba elementów wynosiła ok. 7 400 000 o wymiarach od 2,5 cm w okolicy szczelin oraz w ciągach kominowych, do 100 cm na obrzeżach domeny.



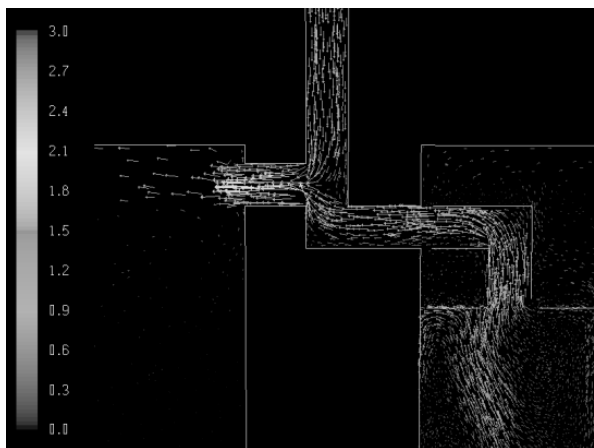
Rys. 5. Trójwymiarowy fragment modelu analizowanej przestrzeni.

Fig. 5. Three-dimensional model of the area under consideration.

Obliczenia przeprowadzono przy wykorzystaniu modelu turbulencji Realizable k- ϵ .

W celu odwzorowania panujących warunków do obliczeń numerycznych zaimplementowano źródło ciepła imitujące palnik w podgrzewaczu gazowym znajdującym się w łazience, tak by temperatura spalin wynosiła ok. 180 °C.

Po wykonaniu obliczeń, z krokiem czasowym 0,5 s, stwierdzono, iż w przypadku takiej konstrukcji kominu jak i warunków zewnętrznych panujących w czasie wypadku, w początkowej fazie działania podgrzewacza gazowego spalin nie były odprowadzane na zewnątrz, lecz wyrzucane do przestrzeni łazienki przez otwór, w którym był nieczynny wentylator, zainstalowany na tym samym przewodzie, (rys. 6).

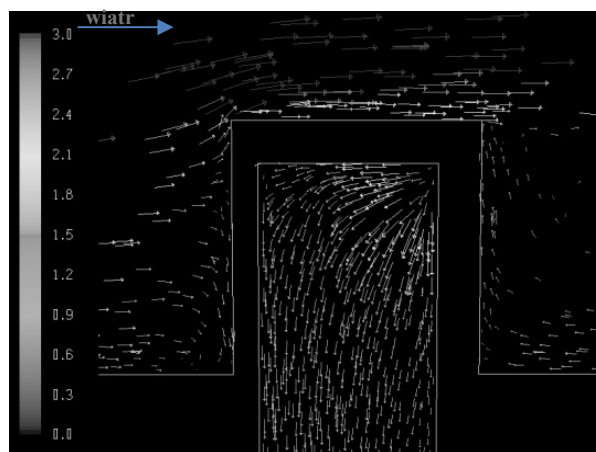


Rys. 6. Wektory prędkości w przekroju podłużnym przez komin w okolicach czopucha przepływowego podgrzewacza gazowego
Fig. 6. Vectors of flow speed in the longitudinal cross section of the chimney close to the entrance of the combustion product from gas heater.

Odptyw spalin przez komin był blokowany przez zimne powietrze napływające do kominu (rys. 7). Dopiero po kilkunastu sekundach od włączenia podgrzewacza gazowego ustalał się prawidłowy kierunek przepływu spalin.

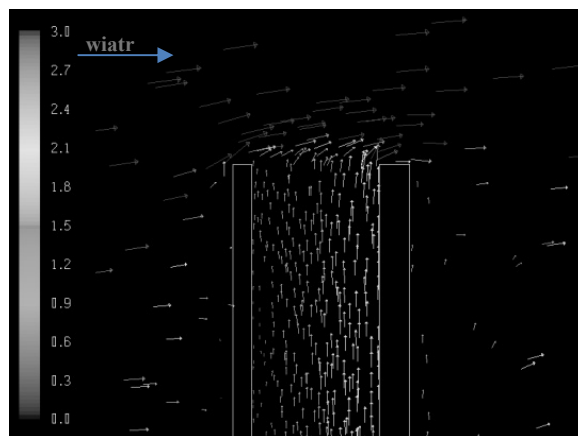
Obliczenia wykonane w wariancie zaślepienia otworu bocznego po wentylatorze wykazały podobny efekt blokowania przepływu przez napływające zimne powietrze i wypływu spalin do łazienki, lecz tym razem poprzez gazowy grzejnik wody przepływowej. W tym przypadku czas potrzebny do ukształtowania się prawidłowego odpływu spalin był krótszy.

Problem napływu zimnego powietrza zewnętrznego do kominu, mógłby zostać wyeliminowany przez podwyższenia kominu oraz wykonania otworu wylotowego w górnej jego części (rys. 8).



Rys. 7. Wektory prędkości w przekroju podłużnym kominu w okolicach wylotu.

Fig. 7 Vectors of flow speed in the longitudinal cross section of the chimney at its former outlet.



Rys. 8. Wektory prędkości w przekroju podłużnym kominu w okolicach wylotu-prawidłowa konstrukcja.

Fig. 8. Vectors of flow speed in the longitudinal cross section of the chimney at its correct outlet.

4. UWAGI KOŃCOWE

Na podstawie przeprowadzonych analiz i obliczeń numerycznych przedstawiono jak duży wpływ na prawidłowe funkcjonowanie instalacji wentylacji ma prawidłowa wysokość komina jak i sposób umieszczenia otworów wylotowych. Wykazano także negatywny wpływ dowolnych zmian dokonanych przez lokatorów na działanie wentylacji naturalnej mieszkań. Niedopatrzienia takie mogą prowadzić do licznych wypadków, często tragicznych w skutkach.

Dzięki obliczeniom wykonanym za pomocą metod numerycznej mechaniki płynów było możliwe wykrycie nieprawidłowego przepływu spalin w początkowej fazie procesu spalania gazu w przepływowym podgrzewaczu wody.

EFFECT OF WIND ON EVACUATION OF BURNED GAS FROM HOME GAS APPLIANCES – A CASE STUDY

Summary: The aim of the article is an analysis of natural ventilation system and fumes exhaust from the flat, during the strong wind weather and influence of the roof shape on it. There is shown an influence of some changes in ventilation system inside building, on the way how it works.

Literatura

- [1] PN-77/B-02011 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem
- [2] PN-89/B-10425 Przewody dymowe, spalinowe i wentylacyjne murowane z cegły. Wymagania techniczne i badania przy odbiorze
- [3] ANSYS Fluent 6.3.26 User's Guide