

# CHARAKTERYSTYKA WEWNĘTRZNYCH INSTALACJI WENTYLACYJNYCH W BUDYNKU WYDZIAŁU BUDOWNICTWA I INŻYNIERII ŚRODOWISKA POLITECHNIKI BIAŁOSTOCKIEJ PO TERMOMODERNIZACJI

**Katarzyna GŁADYSZEWSKA-FIEDORUK\***

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono stan techniczny instalacji wentylacyjnej w budynku Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej po termomodernizacji. W związku z przeprowadzoną kompleksową termomodernizacją omówiono zmiany, jakie zostały przeprowadzone w trakcie modernizacji systemu wentylacyjnego. Opisane przedsięwzięcia spowodowały podwyższenie sprawności systemów wentylacyjnych, a tym samym obniżenie zużycia energii i kosztów eksploatacyjnych.

*Słowa kluczowe:* termomodernizacja, wentylacja.

## 1. Wprowadzenie

Zmniejszenie zużycia energii i poprawę komfortu cieplnego budynku można osiągnąć poprzez optymalizację systemów HVAC (*Heating, Ventilation, Air Conditioning*). Dlatego też, bardzo potrzebna jest ocena efektywności energetycznej budynków w połączeniu z komfortem cieplnym (Fanger, 1974). Systemy HVAC są głównymi konsumentami energii w budynkach użyteczności publicznej w Stanach Zjednoczonych i większości krajów europejskich. W artykule (Ghahramani i in., 2015) przedstawiono możliwości oszczędności energetycznych wynikające ze zmian „komfortu cieplnego” w zależności od warunków atmosferycznych. W krajach tropikalnych systemy HVAC są znacznymi odbiorcami energii. Systemy klimatyzacji są postrzegane jako ważne narzędzie, aby utrzymać komfort cieplny ludzi, tyle tylko, że systemy te są największymi konsumentami energii w budynkach.

W artykule położono nacisk na równowagę między efektywnością energetyczną i komfortem termicznym. Przykładowo, szacuje się, że w Malezji można osiągnąć redukcję 2150 GWh rocznie, jeżeli zadana temperatura będzie większa o 2°C, co z punktu widzenia ekologii doprowadzi to redukcji gazów cieplarnianych (Kwong i in., 2014).

Zadania jakie są stawiane urządzeniom wentylacyjnym i klimatyzacyjnym są większe od zadań stawianych urządzeniom grzewczym. Rola systemów ogrzewających to ogrzewanie pomieszczeń. Urządzenia klimatyzacyjne i wentylacyjne mają za zadanie utrzymanie parametrów

powietrza na określonym poziomie, w zależności od rodzaju i przeznaczenia pomieszczenia (Krawczyk i Gładyszewska-Fiedoruk, 2014). Wentylacja i klimatyzacja ma za zadanie zapewnić odpowiednie warunki do pracy dla ludzi, sprzyja podnoszeniu ich wydajności oraz zapewnia wymagane warunki pracy urządzeniom, a także procesom technologicznym.

Komfort cieplny jest jednym z najważniejszych aspektów wewnętrznej jakości środowiska na skutek jego wpływu na samopoczucie, wydajność i wymagania energetyczne budynku. Jego osiągnięcie wymaga rozbudowanych systemów HVAC. Mimo, że podstawy komfortu termicznego opisano ponad czterdzieści lat temu, często projektanci wydają się je ignorować lub stosować w niewłaściwy sposób (d'Ambrosio Alfano, 2014; Fanger, 1974).

Obecne systemy zarządzania budynkiem (BMS) działają tak, aby zachować ustawienia zdefiniowane i standardowe. Na podstawie wyników badań zaprezentowanych przez Jazizadeh i in. (2013) wykazano, że temperatura otoczenia jest najbardziej odbieranym parametrem powietrza przez użytkowników pomieszczeń. W konsekwencji, systemy HVAC są sterowane przez ten parametr. W celu zapewnienia komfortu cieplnego w budynkach nie posiadających systemu BMS można dołączyć tylko system regulacji HVAC bez konieczności jego gruntownej modernizacji (Jazizadeh i in., 2013).

Wybór rodzaju systemu wentylacyjnego w danym obiekcie zależy od wielu czynników (SOLARSYSTEM, 2014). W trakcie kompleksowej termomodernizacji obiektów należy szczególnie zadbać o system

\* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: k.gladyszewska@pb.edu.pl

wentylacyjny, którego sprawność może ulec znacznej poprawie (SOLARSYSTEM, 2014) poprzez zastosowanie nowoczesnych systemów choćby do odzysku lub pozyskania ciepła oraz systemów regulacyjnych. Wybór odpowiedniego systemu wentylacji dużych obiektów użyteczności publicznej powinien uwzględniać szereg czynników, między innymi:

- rodzaj pomieszczeń i funkcji jakie spełniają,
- wymagane parametry powietrza doprowadzanego do pomieszczeń,
- typ urządzeń do odzyskiwania ciepła,
- warunków techniczne jakie muszą spełniać przewody i urządzenia instalacji wentylacyjnej.

W budynkach użyteczności publicznej systemy wentylacyjne są z reguły rozbudowane pod względem rozległości instalacji oraz funkcji, które muszą być spełnione przy uzdatnianiu powietrza. Aby w pomieszczeniach, w dużych budynkach, zapewnić odpowiednią jakość powietrza, czyli temperaturę, wilgotność, prędkość przepływu czy stopień zanieczyszczenia systemy wentylacyjne należy wyposażać w urządzenia do automatycznej regulacji parametrów powietrza.

Bardzo częstym problemem, na przykład w salach dydaktycznych, jest zbyt duże stężenie CO<sub>2</sub> (Danielak, 2012; Gładyszewska-Fiedoruk, 2009). Dopuszczalne stężenie dwutlenku węgla w pomieszczeniach zamkniętych, takich jak sale dydaktyczne, wynosi 1000 ppm (ASHRAE Standard 62-1989, *Ventilation for acceptable Indoor Air Quality*; WHO, 2000; PN-EN 13779:2008 *Ventilation of residential buildings. Requirements for the properties of ventilation and air conditioning*). Niewielkie stężenie CO<sub>2</sub> w powietrzu jest naturalnym stanem powietrza.

W artykule omówiono stan techniczny wentylacji w budynku Wydziału Budownictwa i Inżynierii

Środowiska Politechniki Białostockiej po termomodernizacji.

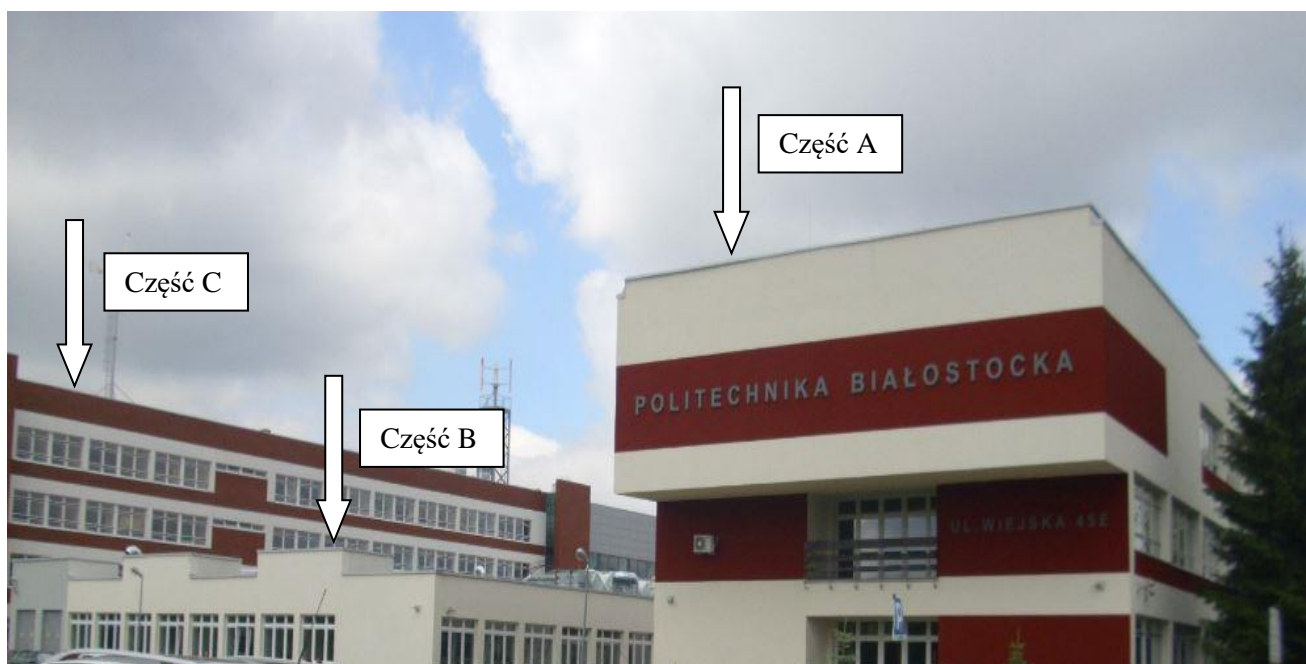
## 2. Charakterystyka obiektu

Budynek Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej składa się z dwóch części: dwupiętrowej części A – głównie dydaktycznej – wykładowo-ćwiczeniowej oraz parterowej B – głównie laboratoryjnej (SOLARSYSTEM, 2014). Kubatura całkowita wynosi około 63 tysięcy m<sup>3</sup>. Kubatura części A wynosi 24266 m<sup>3</sup>, natomiast kubatura części B wynosi 22091 m<sup>3</sup> (rys. 1).

## 3. Charakterystyka wentylacji w stanie istniejącym

W ramach modernizacji części wentylacyjnej w całym obiekcie zostały wymienione na nowe wszystkie istniejące układy instalacji wentylacyjnej (rys. 2), łącznie z przewodami instalacji wentylacyjnej. Zastosowano kanały okrągłe, które są tańsze aż o 40%. Przewody o przekroju kołowym (rys. 3) łatwiej i szybciej się montuje ze względu na mniejszą wagę, mają one mniejszą powierzchnię (Jargiło i Gładyszewska-Fiedoruk, 2014).

Liczba central wentylujących w obu częściach budynku wynosi 23, w tym 18 central nawiewno-wywiewnych i 5 central nawiewnych do pomieszczeń laboratoryjnych z dygestoriami. Na dachu budynku w części A zlokalizowano 4 centrale nawiewno-wywiewne. Na dachu budynku w części B zlokalizowano 8 central nawiewno-wywiewnych oraz 5 central nawiewnych (rys. 2). W sumie na dachach budynków zamontowano 17 central wentylacyjnych.



Rys. 1. Budynek WBİŚ po termomodernizacji bryły budynku



Rys. 2. Centrale nawiewno-wyiewne umieszczone na dachu wentylowanego budynku (fotografia – zbiory własne)



Rys. 3. Przewody wentylacyjne (fotografia – zbiory własne)

Montowanie central na dachu ma swoje zalety: oszczędność miejsca w budynku, krótsze przewody instalacyjne doprowadzające i odprowadzające powietrze do/z pomieszczeń. Takie rozwiązanie niestety posiada również wady, przede wszystkim konieczność zabezpieczania przewodów przed działaniem czynników atmosferycznych i ptaków oraz konieczność sprawdzenia stropów pod względem wytrzymałościowym. Ta ostatnia wada przestaje mieć obecnie znaczenie, ponieważ najcięższa z zamontowanych central dachowych waży obecnie niecałe 400 kg. Dla porównania, kilkuwarstwowa posadzka na tarasie o powierzchni 20 m<sup>2</sup> waży około

2,5 tony.

W piwnicy budynku w pomieszczeniach wentylatorni w części B zamontowanych jest 6 central nawiewno-wyiewnych. Cztery centrale współpracują z gruntowym powietrznym wymiennikiem ciepła i są dodatkowo wyposażone w drugą dachową czerpnię powietrza, która będzie dostarczała powietrze zewnętrzne w okresie, gdy temperatura powietrza zewnętrznego nie będzie wymagała schłodzenia, ani podgrzania w gruntowym wymienniku ciepła. Dwie centrale współpracują z płaskim gruntowym wymiennikiem ciepła (GWC), a dwie z rurowym. Ponadto, centrale te wyposażone są w wymienniki

obrotowe o sprawności odzysku ciepła wynoszącym 84,0%. Większość zainstalowanych central wyposażonych jest w wymienniki obrotowe o różnych sprawnościach: 79,0%, 82,0%, 83,0%, 84,0%, 85,0%. Centrale z wymiennikami będą służyły do dalszych badań naukowych, stąd ich różnorodność. Jedna centrala wentylacyjna nawiewno-wywiewna wyposażona jest w wymiennik krzyżowy o sprawności wymiany ciepła 56,3%.

W układach wentylacyjnych znajdują się 4 różne wymienniki ciepła łącznie z dwoma rodzajami gruntowych wymienników ciepła. Systemy wentylacyjne współpracujące z różnymi systemami zaopatrzenia w ciepło/chłód oraz odzysku lub/i pozyskiwania ciepła z OZE, aby były ekonomiczne (energooszczędne) muszą być wyposażone w pełny układ automatycznej regulacji (rys. 4-5).



Rys. 4. Centrala wentylacyjna nawiewno-wywiewna z obrotowym wymiennikiem ciepła współpracująca z płaszczyznowym i rurowym gruntowym wymiennikiem ciepła z pełni automatycznym sterowaniem (fotografia – zbiory własne)



Rys. 5. Fragment systemu zasilania w ciepło/chłód 11 central nawiewnych

Całkowite nakłady na instalacje wentylacyjne w budynku Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej w części A i B, uwzględniające wszystkie rodzaje robót: budowlane, elektryczne i sanitarne wyniosły: 2 128 657,02 zł netto (2 618 248,13 brutto). W tym, koszt samych robót sanitarnych wyniósł 1 633 924,98 zł netto (2 009 727,73 zł brutto). W zakres tych robót wchodził zarówno montaż instalacji wentylacyjnych, jak i demontaż starych urządzeń i instalacji wentylacyjnych.

#### 4. Podsumowanie

Rosnące koszty energii, wymagania higieniczne i ekologiczne powodują poszukiwanie nowych rozwiązań do stwarzania odpowiednich warunków wewnątrz pomieszczeń.

Modernizacja systemu wentylacyjnego wykonana w programie termomodernizacji budynku Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej przyniosła obniżenie kosztów eksploatacyjnych i znacznie poprawiła jakość powietrza w salach dydaktycznych i innych pomieszczeniach uczelni.

Zamontowane urządzenia do odzysku ciepła oraz pozyskanie ciepła z OZE, automatyczne sterowanie w zależności od chwilowych potrzeb oraz od warunków pogodowych, zmniejszyły energochłonność systemów wentylacyjnych o około 30%.

W artykule nie zostały zaprezentowane za prof. Fangerem (1974), który przez wiele lat prowadził badania nad komfortem cieplnym, wskaźniki PMV przedstawiające indywidualne odczucia użytkownika. Powodem zaistniałej sytuacji jest to, że nowe instalacje pracują pierwszy sezon. Wskaźniki komfortu cieplnego zostaną zaprezentowane w późniejszych publikacjach, po przeprowadzeniu kompleksowych badań.

#### Literatura

- d'Ambrosio Alfano F.R., Olesen B.W., Palella B.I., Riccio G. (2014). Thermal comfort: Design and assessment for energy saving. *Energy and Buildings*, Vol. 81, 326-336.
- Danielak M. (2012). Jakość powietrza i wentylacja w budynkach szkolnych. *Rynek Instalacyjny*, 10/2012, 77.
- Fanger P.O. (1974). Komfort cieplny. *Arkady*, Warszawa.
- Ghahramani A., Tang Ch., Becerik-Gerber B. (2015). An online learning approach for quantifying personalized thermal comfort via adaptive stochastic modeling. *Building and Environment*, Vol. 92, 86-96.

- Gładyszewska-Fiedoruk K. (2009). Badania stężenia dwutlenku węgla w sali dydaktycznej. *Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja*, 5/2009, 39-41.
- Jargiło J., Gładyszewska-Fiedoruk K. (2014). Porównanie dwóch technologii kanałów wentylacji mechanicznej w domu jednorodzinnym. *Rynek Instalacyjny*, 6/2014, 51-56.
- Jazizadeh F., Marin F. M., Becerik-Gerber B. (2013). A thermal preference scale for personalized comfort profile identification via participatory sensing. *Building and Environment*, Vol. 68, 140-149.
- Krawczyk D. A., Gładyszewska-Fiedoruk K. (2014). Kompleksowa termomodernizacja budynku WBiŚ. Stan techniczny instalacji grzewczo-wentylacyjnych przed termomodernizacją i możliwości poprawy ich efektywności. *Rynek Instalacyjny*, 12/2014, 31-33.
- Kwong Q.J., Adam N.M., Sahari B.B. (2014). Thermal comfort assessment and potential for energy efficiency enhancement in modern tropical buildings: A review. *Energy and Buildings*, Vol. 68, 547-557.
- WHO (2000). The Right to Healthy Indoor Air – Report on a WHO Meeting, May 2000, Bilthoven, Netherlands. *WHO*, 15-17.
- SOLARSYSTEM s.c. M. Łapa, Projekt wykonawczy. Zakres: przebudowa instalacji wentylacji mechanicznej. Białystok 2014.

#### CHARACTERISTICS OF THE INNER VENTILATION SYSTEM IN THE MODERNISED BUILDING OF THE FACULTY OF CIVIL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING OF THE BIALYSTOK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**Abstract:** The paper presents the technical condition of the ventilation system in the building of the Faculty of Civil and Environmental Engineering of the Białystok University of Technology after its modernization. In connection with conducted comprehensive thermo-modernisation the changes that had been carried out during the ventilation system modernization were discussed. The described project increased the efficiency of ventilation systems and thereby reduction of energy consumption and operating costs.

Praca finansowana w ramach prac statutowych Politechniki Białostockiej S/WBiŚ/4/2014 oraz realizowana w ramach projektu „Badanie skuteczności aktywnych i pasywnych metod poprawy efektywności energetycznej infrastruktury z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii” w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Podlaskiego na lata 2007-2013 Osi Priorytetowej I. Wzrost innowacyjności i wspierania przedsiębiorczości w regionie Działania 1.1 Tworzenie warunków dla rozwoju innowacyjności. B - DO-120.362/40/14.