



W artykule przedstawiono przykładowe wymagania, jakie powinny się stawiać energooszczędnym systemom wentylacji laboratoriów na przykładzie doświadczenia zdobytego podczas budowy Centrum Dydaktycznego Wydziału Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej.

Systemy wentylacji laboratoriów

– wymagania projektowe, studium przypadku

dr inż. **Łukasz Amanowicz**, dr inż. **Michał Szymański**, dr inż. **Radosław Górzeński**

Inżynieria Środowiska, Politechnika Poznańska

Oznaczeniu wentylacji dla energooszczędności oraz kosztów budowy i eksploatacji budynków laboratoryjnych można przeczytać m.in. w artykułach wykazanych w piśmiennictwie tejże publika-

cji oraz w książce *Wentylacja i klimatyzacja laboratoriów* [8]. Zwrócono tam uwagę na możliwość odzysku ciepła z powietrza usuwanego dzięki zastosowaniu wentylacji mechanicznej, a także na duże znaczenie świadomości inwestorów i użytkowników oraz znaczenie wymagań stawianych projektantom wobec wznoszonych laboratoriów. Należy jednak zaznaczyć, że obszerność zagadnień dotyczących ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji pomieszczeń laboratoryjnych sprawia, że nie istnieje jedno sprawdzone i zalecane rozwiązanie, ale jest ich wiele.

W niniejszym artykule opisano przykładowe wymagania, jakie postawiono systemom wentylacji laboratoriów chemicznych Centrum Dydaktycznego Wydziału Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej.

The design requirements for ventilation systems in laboratories – a case study

STRESZCZENIE: W literaturze fachowej, poradnikach i w internecie można znaleźć wiele informacji o różnych systemach ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji (HVAC) budynków. W znaczącej większości dotyczą one jednak budynków mieszkalnych lub biurowych. Budynki laboratoryjne, z racji realizowanych w nich procesów technologicznych oraz nadrzędnej konieczności zapewnienia bezpieczeństwa ich użytkowania, należą do bardziej skomplikowanych. W praktyce inwestorzy stają przed trudnym wyborem technologii lub całkowicie zdają się na projektantów, licząc, że dobrany system będzie spełniał ich oczekiwania, a przy tym będzie tani w eksploatacji. Brak świadomości roli inwestora oraz znaczenia precyzyjnie postawionych wymagań sprawia, że powstające budynki często nie odpowiadają oczekiwaniom użytkowników lub ich potrzeby są spełnione przy zbyt dużych kosztach eksploatacji, co z kolei zniechęca ich do stosowania nowoczesnych, energooszczędnych technologii, niesłusznie uznawanych za nieopłacalne.

SŁOWA KLUCZOWE: wentylacja laboratoriów, energooszczędność, HVAC

SUMMARY: In the literature, guidebooks and on the internet one can find lots of information about different systems of heating, ventilation and air conditioning (HVAC) of buildings. However, the vast majority of them is focused on residential buildings or offices. Laboratories, due to processes realized in them and the need to ensure the safety of their use, are more complex. In practice investors face a difficult choice of technologies or completely rely on designers, hoping that the selected system will meet their expectations and at the same time will operate cost-effectively. The lack of the awareness of the role of an investor and the importance of user requirements often results in not meeting the expectations of users, or their needs are met, however with excessive operating costs, which in turn discourages the use of modern, energy-saving technologies, wrongly regarded as unprofitable.

KEYWORDS: ventilation of laboratories, HVAC of laboratories, case study

Laboratoria CDWTCh PP

Budynek Centrum Dydaktycznego Wydziału Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej (CDWTCh PP) powstał w 2014 r., a cały proces inwestycyjny trwał ok. 4 lata. Jest to budynek trzykondygnacyjny o powierzchni zabudowy 4800 m², powierzchni użytkowej ponad 20000 m² i kubaturze wewnętrznej 70 000 m³, którego widok przedstawiono na fot. 1 i 2. W budynku znajduje



Fot. 1. Zdjęcie lotnicze Kampusu „Warta” Politechniki Poznańskiej. Poznań-Piotrowo pomiędzy rzeką Wartą a jeziorem Malta



Fot. 2. Widok Centrum Dydaktycznego Wydziału Technologii Chemiczne Politechniki Poznańskiej

się 60 pomieszczeń laboratoryjnych oraz biura, sale wykładowe i ćwiczeniowe.

Formułując wymagania odnośnie do systemów wentylacji laboratoriów CDWTCH PP, kierowano się następującymi ogólnymi zasadami projektowania wentylacji, które szerzej przedstawiono w artykule *Zasady projektowania systemów wentylacji budynków energooszczędnych* [1]:

- decentralizacja;
- krótkie przewody, niskie opory przepływu, $SFP < 2,6 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$;
- strumień powietrza wentylacyjnego sterowany w funkcji zapotrzebowania (czujniki CO_2 oraz czujniki obecności personelu);
- wentylacja korytarzy powietrzem z pomieszczeń bytowych (np. biur);
- silniki wentylatorów elektronicznie komutowane (EC) lub PM;
- integracja z systemem zarządzania budynkiem (BMS).

Łączny strumień powietrza wentylacyjnego w budynku zapewnia ok. 230 urządzeń wentylacyjnych (nawiewnych i wywiewnych) i wynosi on $199\,000 \text{ m}^3/\text{h}$, co daje wartość średnią dla całego budynku na poziomie 3,5 wymiany na godzinę. Zakładana w projekcie szczelność powietrzna budynku to $n_{50} = 1,5 \text{ h}^{-1}$, a rzeczywista zmierzona to $1,04 \text{ h}^{-1}$. Parametr ten ma duże znaczenie dla funkcjonowania i energooszczędności instalacji wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, dlatego też jego weryfikacja przed oddaniem budynku przez wykonawcę powinna zostać zapisana w umowie, co przy okazji wymusza na wykonawcy odpowiednią jakość i staranność prowadzenia robót (osiągnięcie dobrej szczelności powietrznej nie jest proste). Udział wentylacji w stratach ciepła budynku to ok. 70% (bazując na współczynnikach zaczerpniętych z charakterystyki energetycznej obiektu):

- $H_{ve} = 1,07 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$ (współczynnik strat ciepła przez wentylację), gdyby system wentylacji nie był wyposażony w urządzenia do odzysku ciepła z powietrza usuwanego, wówczas współczynnik H_{ve} miałby wartość $2,40 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$;

- $H_{tr} = 0,52 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$ (współczynnik strat ciepła przez przenikanie przez obudowę budynku). Na rys. 1 przedstawiono system wentylacji laboratoriów CDWTCH w liczbach.

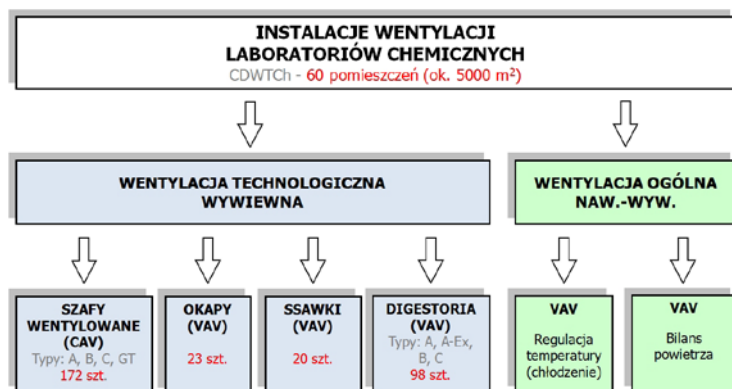
Na co zwrócić uwagę, opracowując dokumentację przetargową?

W kontekście informacji przedstawionych w pozycjach literaturowych można sformułować pewne wskazówki, które mogą pomóc na etapie przetargu w określeniu odpowiednich wytycznych dla systemów wentylacji. Poniżej przedstawiono przykładowe wymagania, sformułowane na bazie doświadczenia z procesu projektowania systemów HVAC naukowo-dydaktycznych laboratoriów chemicznych CDWTCH PP. Należy pamiętać, że zapisy dotyczą konkretnego przypadku i specyficznych rozwiązań, a zatem nie można ich traktować jako w pełni uniwersalne dla każdego typu laboratoriów. Pokazują jednak obszary, w których inwestor ma wpływ i na które powinien zwrócić uwagę podczas realizacji zadania inwestycyjnego, formułując wymagania wspólnie z użytkownikami. Jak duży wpływ na koszt instalacji mogą mieć niesprecyzowane lub zbyt wygórowane wymagania użytkowników, pokazano na przykładzie założeń jednoczesności działania urządzeń w artykule [4], z którego wynika zalecenie, aby zawsze zacząć od ankietyzacji użytkowników, którzy powinni jak najprecyzyjniej określić swoje potrzeby, które warto przedyskutować pod kątem ewentualnego kompromisu.

Przykładowe wymagania dotyczące systemów wentylacji

W przypadku kilku takich samych urządzeń zainstalowanych w jednym pomieszczeniu, zasadne wydaje się, aby na etapie projektowania założyć pewną niejednoczesność działania. Oczywiście każdorazowo wymaga to konsultacji z technologiem oraz personelem – czy możliwe będzie uzyskanie kompromisu i założenie niejednoczesności działania, np.:

- dla jednego dygestorium w pomieszczeniu – wsp. niejednoczesności 100%, czyli $750 \text{ m}^3/\text{h}$ (1 dygestorium z pełnym otwarciem okna);



Rys. 1. System wentylacji budynku CDWtCh PP w liczbach

- ▶ dla dwóch dygestoriów w pomieszczeniu – wsp. niejednoczesności 100%, czyli 1500 m³/h (2 dygestoria z pełnym otwarciem okna);
- dla trzech dygestoriów w pomieszczeniu – wsp. niejednoczesności 67%, czyli 1500 m³/h, (2 dygestoria z pełnym otwarciem okna lub 1 z pełnym otwarciem i 2 z zamkniętymi oknami);
- dla czterech i więcej dygestoriów w pomieszczeniu – wsp. niejednoczesności 63%, czyli 1900 m³/h (2 dygestoria z pełnym otwarciem okna i 2 z zamkniętymi oknami).

Należy pamiętać, że założenie niejednoczesności działania jest możliwe tylko w przypadku możliwości technologicznych i odpowiedniego przeszkolenia personelu, którego członkowie muszą być świadomi pewnych kompromisów poczynionych w celu zaoszczędzenia energii i pieniędzy. Bardzo dobrym przykładem laboratoriów, dla których takie podejście dobrze się sprawdza, są pomieszczenia laboratoriów dydaktycznych, w których nie są realizowane komercyjne procesy technologiczne, a użytkownicy nie wykorzystują najczęściej 100-proc. dostępności sprzętu i w razie potrzeby są gotowi na kompromis.

Należy zwrócić również uwagę na to, że nie powinno się łączyć kanałów wywiewnych z dygestoriów z różnych pomieszczeń ani dygestoriów o różnych przeznaczeniach, dla których zmieszanie powietrza odciąganego z różnymi substancjami mogłoby prowadzić do niekontrolowanych reakcji chemicznych, powodujących powstanie związków toksycznych, żrących, palnych lub wybuchowych.

Do osiągnięcia odpowiednio szybkiej reakcji układu na zmienne parametry pracy potrzebne są regulatory VAV z siłownikiem mechanicznym szybkiego działania (czas reakcji siłownika do maksymalnie 3 sekund), co warto wyraźnie zaznaczyć. Regulator (obudowa i przepustnica) w laboratoriach chemicznych powinien być wykonany z materiału odpornego na media agresywne, łożyska ślizgowe i czujnik różnicy ciśnienia z polipropylenu PP (lub np. AISI 316L) i być niewrażliwy na agresywność powietrza dopływającego. Czujnik ciśnienia powinno dać się łatwo zde-

montować w celu jego wyczyszczenia bez rozbiierania regulatora. Przeciek powietrza przez obudowę – klasa B/C wg PN-EN 1751.

Bezpieczeństwo użytkowania dygestoriów

W laboratoriach wyposażonych w dygestoria należy spełnić wymagania w zakresie użytkowania oraz bezpieczeństwa dygestoriów wg PN-EN 14175-6 [9], jak np.:

- regulacja prędkości przepływu powietrza zależnie od położenia okna roboczego – możliwość zastosowania dla dygestoriów z oknem otwieranym poziomo i pionowo;
- ciągły pomiar prędkości powietrza wlotowego do dygestorium za pomocą czujnika prędkości wlotowej – zakres ok. 0,1 do 1 m/s;
- regulacja strumienia powietrza wywiewanego, tak aby utrzymać stabilną prędkość w szczelinie okna roboczego (zalecaną przez producenta), za pomocą regulatora na kanale wywiewnym z dygestorium;
- terminal obsługowy z sygnalizacją alarmu i funkcjami obsługi przez użytkownika;
- monitoring przepływu powietrza oraz sygnalizacja optyczna i akustyczna informująca obsługę o prawidłowym lub nieprawidłowym działaniu wyciągu laboratoryjnego;
- szybki pomiar wartości rzeczywistej – szybka i stabilna regulacja (czas reakcji siłowników < 3 s);
- utrzymanie minimalnego przepływu powietrza przy zamkniętym oknie roboczym;
- ograniczenie maksymalnego przepływu powietrza przy całkowicie otwartym oknie roboczym;
- automatyczny wzrost przepływu powietrza usuwanego przy zwiększeniu obciążenia termicznego (w razie potrzeby);
- możliwość całkowitego, szczelnego odcięcia przepływu;
- możliwość włączenia do układu regulacji, wydajności z poszczególnych nawiewów i wywiewów w celu zbilansowania pomieszczenia przy uwzględnieniu współczynnika jednoczesności;
- zmienna ilość powietrza nawiewanego/wywiewanego z pomieszczenia; niezależny, oddzielny wywiew powietrza z odciągu, szafki wentylowane z regulatorami stałego przepływu powietrza CAV;
- tryby pracy systemu i dygestoriów oraz dodatkowe funkcje: tryb normalnej pracy – dzienny; tryb nocny; redukcja wydajności (weekend/noc) lub funkcje awaryjne (niezależnie od pozycji okna zwiększenie wydajności przepływu);
- w przetargu warto wprowadzić zapis, wymuszający na wykonawcy przeprowadzenie badań odbiorowych, weryfikujących współpracę wentylacji bytowej i technologicznej wg normy PN-EN 14175 z wyszczególnieniem pomiarów obowiązkowych do przeprowadzenia; opis takich badań przedsta-

wiono w artykule *Weryfikacja skuteczności działania dygestoriów laboratoryjnych w świetle normy PN-EN 14175* [2], a przykładowy zakres – w artykule *Badania odbiorowe instalacji wentylacyjnej w laboratorium z dygestoriami wg normy PN-EN 14175* [3].

Opis sterowania pracą układu wentylacji

Przykładowy opis sposobu pracy układu wentylacji w pomieszczeniu laboratorium pod kątem utrzymania wymaganego podciśnienia i temperatury wewnętrznej:

- praca w trybie dyżurnym realizowana w okresie nieużytkowania pomieszczenia (również w nocy); urządzenia pracują w następujący sposób:
 - ilość powietrza wywiewanego przez wszystkie układy – $10 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ (około 40% strumienia powietrza wymaganego podczas normalnej eksploatacji);
 - wywiew z szafek realizowany jest przez całą dobę;
 - wentylatory dygestoriów zostają wyłączone;
 - w pomieszczeniach laboratoriów i hali technologicznej należy zapewnić i utrzymać 10-proc. podciśnienie;
- praca w trybie normalnym z nieużytkowanymi dygestoriami:
 - ilość powietrza wywiewanego przez wszystkie urządzenia – minimum $25 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$;
 - wywiew z szafek realizowany jest przy stałej ilości powietrza;
 - ssawki wpięte w linie dygestorium załączane w trybie *on/off*;
 - dygestoria nieużytkowane – wentylator wywiewny wyłączony. W przypadku potrzeby użytkowania dygestorium należy włączyć wentylator wyciągowy od dygestorium z odpowiednim wyprzedzeniem;
- praca w trybie normalnym z załączonymi dygestoriami oraz zwiększonymi zyskami ciepła:
 - ilość powietrza wywiewanego przez wszystkie urządzenia – minimum $25 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$;
 - wywiew z szafek realizowany jest przy stałej ilości powietrza;
 - ssawki wpięte w linie dygestorium załączane w trybie *on/off*;
 - należy zapewnić minimalny strumień powietrza przepływającego przez włączone dygestorium (opuszczone okna) oraz płynne zwiększenie strumienia powietrza wywiewanego aż do maksymalnej ilości powietrza w chwili otwarcia okna;
 - podczas zwiększenia ilości wywiewanego powietrza z dygestorium następuje natychmiastowe zmniejszenie ilości powietrza wywiewanego przez sekcję centrali wywiewnej (realizowane przez regulator VAV), tak, by w pomieszczeniu zachowany został wywiew na stałym poziomie

$25 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$, przy zachowaniu wymaganego układu ciśnień;

- w momencie gdy centrala wywiewna osiągnie już poziom ok. 33% swojej maksymalnej wydajności, a dygestorium(a) dalej będzie zwiększać ilość wywiewanego powietrza, w celu zachowania układu ciśnień następuje natychmiastowe zwiększenie ilości powietrza nawiewanego przez sekcję centrali nawiewnej (realizowane przez regulator VAV);
- w przypadku wystąpienia zysków ciepła, których układ powietrzny nie jest w stanie usunąć przy wentylacji na poziomie $25 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$, następuje jednoczesne zwiększenie wydatków powietrza jednocześnie na sekcji centrali nawiewnej i wywiewnej (realizowane przez regulatory VAV), aż do poziomu, który zapewni stabilizację temperatury wewnętrznej na poziomie 25°C ;
- w pomieszczeniach laboratoriów utrzymać w sposób ciągły 10-proc. podciśnienie.

W przypadku szaf wentylowanych przyjęto strumienie powietrza wg zaleceń producenta, ale nie mniej niż $40\text{--}60 \text{ m}^3/\text{h}$ (wymagana krotność wymian w szafie jest osiągana już przy np. 8 czy $10 \text{ m}^3/\text{h}$). Szafy różnego przeznaczenia należy łączyć w oddzielne linie, a dla każdej z szafek należy przewidzieć regulator stałego przepływu CAV.

Inne wymagania odnośnie do systemów wentylacji i klimatyzacji

- Jeśli to możliwe, należy unikać chłodzenia powietrznego, które jest najmniej efektywne energetycznie i ekonomicznie, na rzecz systemów wodnych (np. belki chłodzące).
- Wystarczające jest, aby w pomieszczeniu laboratorium latem utrzymywać temperaturę 25°C z dokładnością $\pm 1 \text{ K}$.
- Wszystkie urządzenia wentylacyjne muszą mieć możliwość płynnej regulacji obrotów.
- Należy stosować stałoprądowe napędy wszystkich wentylatorów [silniki prądu stałego (DC) lub komutowane elektronicznie (EC)].



Fot. 3. Dygestoria oraz okap w jednym z pomieszczeń CDWTCh PP

- ▶ – Moc właściwa wszystkich wentylatorów (SFP) w budynku nie może przekraczać wartości wskaźnika [kW/(m³/s)] określonych w Dz.U. 75, poz. 690 z późniejszymi zmianami.
- Odzysk ciepła w okresie letnim tylko w przypadku, gdy daje to efekt oszczędności energii, w innym przypadku stosować należy obejście wymiennika do odzysku ciepła (by-pass) – realizacja po stronie automatyki.
- Dla wszystkich central wentylacyjnych wymagane są fabrycznie zamontowane układy pomiarowe w urządzeniach: sondy, czujniki temperatury, przewody impulsowe i inne oraz czujniki ciśnienia pozwalające na kontrolę spadku ciśnienia w filtrach w trybie ciągłym (utrzymujące stały wydatek centrali niezależnie od stopnia zabrudzenia filtrów).
- W celu zminimalizowania kosztów eksploatacyjnych chłodzenia należy odpowiednio dobrać strumienie i temperatury powietrza wentylacyjnego, zastosować urządzenia ograniczające przegrzew pomieszczeń, wykorzystać nocne chłodzenie powietrzem świeżym oraz ominięcie wymienników odzysku ciepła.
- Wentylatory montować na wysokości co najmniej 40 cm nad wykończoną powierzchnią dachu. Wentylatory stawiać na podstawach systemowych lub

wie regulatory VAV w funkcji on/off sterowane czujką obecności ludzi w pomieszczeniu (fotokomórka), a w pomieszczeniu dla 4 osób i więcej należy stosować regulatory VAV z płynną regulacją strumienia powietrza sterowane czujnikiem stężenia CO₂.

- W salach spotkań/konferencyjnych chłodzonych powietrzem należy stosować regulator VAV z płynną regulacją dopływającego powietrza sterowany czujnikiem temperatury w pomieszczeniach oraz czujnikiem stężenia CO₂ (jednoczesne spełnienie obu kryteriów).
- Dodatkowo musi istnieć możliwość szczegółowego zaprogramowania okresowych obniżen i/lub wyłączeń poszczególnych układów zgodnie z określonym harmonogramem użytkowania obiektu. Odstępstwa w wyżej wymienionym zakresie mogą dotyczyć urządzeń wentylacji pożarowej.

Podsumowanie

W artykule przedstawiono przykładowe wymagania, jakie powinno stawiać się energooszczędnym systemom wentylacji laboratoriów na przykładzie doświadczenia zdobytego podczas budowy Centrum Dydaktycznego Wydziału Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej. Chociaż nie pokrywają one szerokiego zakresu zagadnień związanych z projektowaniem i eksploatacją systemów ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji (HVAC), mogą być przydatne na etapie formułowania wymagań przetargowych przez inwestorów, ponieważ wskazują obszary szczególnie istotne z punktu widzenia kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych systemów wentylacji laboratoriów. □



Należy pamiętać, że założenie niejednoczesności działania jest możliwe **tylko w przypadku możliwości technologicznych** i odpowiedniego przeszkolenia personelu

- na podstawach w wykonaniu indywidualnym. Do każdego wentylatora dachu zapewnić dostęp serwisowy zgodnie z wymogami BHP.
- Warto zastrzec, że Zamawiający dopuszcza zmianę strumieni powietrza wentylacyjnego na etapie projektu wykonawczego. Zmiana ta może wynikać wyłącznie ze zmian architektonicznych i/lub technologicznych w poszczególnych pomieszczeniach. W związku z powyższym zmiana wielkości i mocy urządzeń oraz instalacji również może mieć miejsce.
- Wszystkie urządzenia mechaniczne HVAC muszą być podłączone do systemu BMS (sterowanie + monitoring parametrów pracy).
- Elementy nawiewne i wywiewne powinny być wykonane ze stali lub z aluminium, malowane proszkowo na kolor RAL wg projektu architektury wnętrza.
- Linie wentylacyjne obsługujące więcej niż 1 pomieszczenie należy wyposażać w regulatory zmiennego przepływu powietrza VAV dla każdego pomieszczenia, sterowane w funkcji stopnia wykorzystania pomieszczeń, przy czym w pomieszczeniach dla 1-3 osób należy zastosować na nawiewie i wywiewie

Piśmiennictwo

1. Amanowicz Ł., Szczechowiak E.: *Zasady projektowania systemów wentylacji budynków energooszczędnych*. „Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja”, 2/2017, 72-78.
2. Amanowicz Ł., Filipiak M., Ratajczak K.: *Weryfikacja skuteczności działania dygestoriów laboratoryjnych w świetle normy PN-EN 14175 „Instal”*, 1/2017, 39-44.
3. Amanowicz Ł., Filipiak M., Ratajczak K.: *Badania odbiorowe instalacji wentylacyjnej w laboratorium z dygestoriami wg normy PN-EN 14175 „Instal”*, 3/2017, 38-44.
4. Amanowicz Ł., Szymański M., Górzeński R.: *Wentylacja – ważny element w kontekście energooszczędności laboratoriów*. „Laboratorium – Przegląd Ogólnopolski”, 7-8/2016, 49-55.
5. Szymański M., Górzeński R., Szkarłat K.: *Instalacje HVAC laboratoriów chemicznych – projektowanie*. „Rynek Instalacyjny”, 4/2015, 72-75.
6. Szymański M., Amanowicz Ł., Ratajczak K., Górzeński R.: *Instalacje HVAC laboratoriów chemicznych – wyposażenie techniczne*. *Wentylacja ogólna*. „Rynek Instalacyjny”, 11/2015, 59-66.
7. Szymański M., Amanowicz Ł., Ratajczak K., Górzeński R.: *Instalacje HVAC laboratoriów chemicznych – wyposażenie techniczne*. *Wentylacja technologiczna*. „Rynek Instalacyjny”, 12/2015, 56-60.
8. Kaiser K.: *Wentylacja i klimatyzacja laboratoriów*. Grupa Medium, Warszawa 2014.
9. Norma PN-EN 14175:2006, *Wyciągi laboratoryjne*.