

2025 styczeń-luty

cyrkulacje

POWIETRZE ■ WENTYLACJA ■ KLIMATYZACJA

85

STOWARZYSZENIE

» SYSTEMY REKUPERACJI
- WYTYPY SPW

TECHNIKA

» WENTYLACJA W SZKOŁACH
» FILTRY MOLEKULARNE

PORADA EKSPERTA

» JAKOŚĆ ŚRODOWISKA
WEWNĘTRZNEGO - IEQ

WENTYLACJA DOSTOSOWANA DO TWOICH POTRZEB

Systemy wentylacji AERECO od ponad 20 lat dbają o komfort termiczny i akustyczny użytkowników mieszkań. Nieustannie troszczą się o doskonałą jakość powietrza wewnętrznego, usuwając wilgoć i CO₂. Zapewniają zdrowe i bezpieczne warunki życia mieszkańców, przy zachowaniu wyjątkowo korzystnych parametrów akustycznych.

Firma AERECO zapewnia kompleksowe wsparcie dla inwestora, projektanta oraz wykonawcy, na każdym etapie procesu powstawania i modernizacji budynku. Oferując szerokie spektrum innowacyjnych i skutecznych rozwiązań w obszarze wentylacji.



CICHA I SKUTECZNA WENTYLACJA SYSTEMY WENTYLACJI AERECO

SKUTECZNA TECHNIKA WENTYLACYJNA AERECO



**Dostarczamy perfekcyjne
rozwiązania do pomieszczeń typu
clean room.**

*Nowy model wentylatora RadiPac do
jednostek filtrujących.*

Energooszczędny, kompaktowy i cichy.

Więcej informacji na:
www.ebmpapst.pl

ebmpapst

engineering a better life



fot. Ł. Kozyra

Wentylacja wpływa na jakość edukacji

Gdy wykonuje się pomiary parametrów jakości powietrza w klasach lekcyjnych, zaskakuje to, że wyniki są często gorsze niż w biurach. W szkołach niejednokrotnie temperatura w salach, w czasie gdy przebywają w nich dzieci, przekracza zalecany zakres $20 \div 22^\circ\text{C}$, co zdarza się zwłaszcza w ciepłe dni. Z kolei natężenie przepływu powietrza zewnętrznego jest tak niskie, że poziom CO_2 przekracza 1000 ppm. Na pytanie, dlaczego jest tak źle, osoby zarządzające szkołą odpowiadają, że to wynika z chęci... oszczędzania energii. A przecież badania naukowe potwierdziły, że zbyt wysoka temperatura i duże stężenia zanieczyszczeń powietrza obniżają zdolności poznawcze. Nauczyciele skupiają się na metodach nauczania, i te traktują priorytetowo, często nie zdając sobie sprawy, że dzieci mogłyby wykonywać zadania szkolne nawet o 30% sprawniej, gdyby zapewniono im właściwe warunki środowiskowe.

Poprawa jakości powietrza w klasach jest możliwa przy użyciu energooszczędnych urządzeń, wentylacyjnych, takich jak np. hybrydowe systemy wentylacji, w których naturalne i mechaniczne systemy HVAC działają razem lub osobno w zależności od potrzeb, lub instalacje mechaniczne zapewniające równocześnie odzyskiwanie energii i oczyszczanie powietrza.

Obecnie dużo mówi się o budowaniu w sposób zrównoważony. Jeśli więc zależy nam, by takie były również nowo wznoszone obiekty edukacyjne, priorytetem musi być zapewnienie dobrych warunków środowiskowych we wnętrzach, a dopiero w drugiej kolejności oszczędzanie energii. Edukacja jest jednym z najważniejszych sposobów rozwoju społeczeństwa i inwestycją na przyszłość, dlatego nie można pozwalać na to, by zła jakość klimatu wewnętrznego ograniczała zdolności dzieci do wykonywania zadań szkolnych. Najpopularniejsze „bezinwestycyjne” sposoby oszczędzania energii w szkołach, polegające na ograniczaniu wentylacji, są niedopuszczalne.

Zła jakość powietrza przekłada się również na podwyższenie kosztów prowadzenia placówek edukacyjnych. Jeśli dzieci w klasach o słabej jakości środowiska wewnętrznego pracują wolniej, to nauczyciele muszą poświęcić im więcej czasu i wysiłku, a to wiąże się z dodatkowymi kosztami. Może ten ekonomiczny argument wzmocni przekaz skierowany do osób spoza naszej branży, że na sukces edukacyjny wpływa również jakość wentylacji.

Elżbieta Socha
Redaktor prowadząca

cyrkulacje

POWIERTRZE ■ WENTYLACJA ■ KLIMATYZACJA

Redaktor naczelny: Tomasz Trusewicz, **Redaktor prowadząca:** Elżbieta Socha

Redakcja: Aleksandra Kuśmierczyk

Skład i łamanie: BigR

Zdjęcie na okładce: [Kanisorn](#) | [stock.adobe.com](#)

Czasopismo bezpłatne kolportowane wśród specjalistów branży wentylacyjnej i klimatyzacyjnej

Wydawca: Stowarzyszenie Polska Wentylacja, cyrkulacje@wentylacja.org.pl

www.cyrkulacje.pl



**Stowarzyszenie
Polska
Wentylacja®**

Stowarzyszenie Polska Wentylacja jest zrzeszeniem osób zawodowo związanych z branżą wentylacyjną. Celem działania jest wspieranie rozwoju branży wentylacyjnej i upowszechnianie wiedzy. Działa od 2001 roku, a od 2013 jest także członkiem Stowarzyszenia Europejskiego Przemysłu Wentylacyjnego EVIA z siedzibą w Brukseli.



18

» Aktualności	6	» Gdzie znikają kandydaci do pracy w zawodzie inżyniera?	38
» Innowacje i transparentność – rozmowa z Rafałem Jarczyńskim członkiem zarządu firmy Klimat Solec	11	» Barometr zdrowych budynków – jak budować obiekty zrównoważone i odporne na zmiany klimatu	41
» Prognozy na rok 2025	14	» Klasyfikacja filtrów do wentylacji ogólnej – Wytyczne Stowarzyszenia Polska Wentylacja	44
» Branża o prognozach na rok 2025	15	» Metoda badania filtrów powietrza stosowanych w centralach wentylacyjnych – norma PN-EN ISO 29462:2023	48
» Chłodzenie teleskopu budowanego na pustyni Atakama	18	» Filtry molekularne powietrza nawiewanego	54
» Czy wentylacja w szkołach ma sens?	22	» Nowości produktowe	57
» Czas na zmianę podejścia do wentylacji polskich szkół	24	» Pytanie do eksperta	60
» Poprawa jakości powietrza w szkołach – wdrożone technologie i wyniki badań	27	» Strefa studenta	62
» Modelowanie CFD – określenie komfortu w salach lekcyjnych	34	» Na początku był bunt	64



22



41

Firmy

CAREL przedstawia swój plan redukcji śladu węglowego organizacji Science Based Targets (SBTi). Jest to korporacyjna organizacja zajmująca się działaniami na rzecz klimatu. Opracowuje standardy, narzędzia i wytyczne, które umożliwiają przedsiębiorstwom wyznaczanie celów w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych (GHG). Tym samym Carel, prezentując swoje krótkoterminowe cele w zakresie redukcji emisji, potwierdził zaangażowanie w walkę ze zmianami klimatycznymi i chęć osiągnięcia swoich celów zrównoważenia środowiskowego. Zaproponowany przez CAREL 10-letni plan ma na celu znaczną redukcję emisji gazów cieplarnianych w swoich procesach i w całym łańcuchu wartości firmy, zgodnie z glo-

balnymi działaniami podejmowanymi w celu zapobiegania wzrostowi temperatury. Główne cele planu do 2033 roku zakładają redukcję emisji w zakresie 1 i zakresie 2: 54,6% (rok referencyjny 2023) oraz redukcja emisji w zakresie 3: 32,5% (rok referencyjny 2023). Aby spełnić te zobowiązania, CAREL zdefiniował plan dekarbonizacji obejmujący różne czynniki, w tym m.in. wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych, poprzez własną produkcję i zakup zielonej energii elektrycznej.

NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA I GOSPODARKI WODNEJ uruchomi 17 lutego nabór wniosków o dofinansowanie na budowę systemów magazynowania energii. Finansowanie programu w wysokości blisko 900 mln zł zapewniono z KPO. Pieniądze będzie można przeznaczyć na budowę systemu magazynowania energii elektrycznej o pojemności 0,9 GWh i czasie pracy od 4 do 5 h, np. kontenery bateryjne, inwertery, transformatory, a także systemy wspomagające (np. detekcji i ppoż., klimatyzacji).

MCPOLSKA.PL, producent profesjonalnej chemii NANOCLEAN do czyszczenia i serwisowania urządzeń w sektorze HVAC-R oraz preparatów do szybkiej dezynfekcji NANOCLEAN AIR, rusza z ekspansją na rynki Europy, Bliskiego Wschodu i Azji. Firma poszerzyła listę dystrybutorów i uruchomiła nową wielojęzyczną stronę www.nanoclean-air.com (dostępna w 12 wersjach językowych).

TECHNAB, ogólnopolska sieć hurtowni instalacyjnych, został oficjalnym dystrybutorem produktów HYXiPOWER w Polsce, poszerzając swoją ofertę o magazyny energii oraz falowniki hybrydowe. HYXiPOWER to globalna firma specjalizująca się w innowacyjnych urządzeniach przeznaczonych do zastosowania w sektorze odnawialnych źródeł energii. Jej oferta obejmuje m.in. wysokonapięciowe magazyny energii (z ogniwami LiFePO4, charakteryzujące się długą żywotnością, wysoką wydajnością i modułową konstrukcją, umożliwiającą elastyczną konfigurację w zakresie 10÷20 kWh). Drugim kluczowym elementem oferty są falowniki hybrydowe HYXiPOWER, które wyróżniają się inteligentnym sterowaniem, wysoką sprawnością (nawet do 98,6%) oraz możliwością przewymiarowania mocy wejściowej i wyjściowej. TECHNAB dzięki współpracy z HYXiPOWER wzmacnia swoją pozycję jako dostawca nowoczesnych i niezawodnych rozwiązań dla klientów indywidualnych oraz biznesowych. Rozbudowana sieć oddziałów TECHNAB w Polsce gwarantuje szeroką dostępność produktów, fachowe doradztwo oraz wsparcie techniczne na każdym etapie inwestycji. Więcej informacji można znaleźć na stronie: www.technab.pl.

Nowości

MCPOLSKA.PL w marcu dostarczy na rynek nową linię bioproduktów premium NANOCLEAN dla pasjonatów i wymagających hobbystów. Preparaty te przeznaczone są do czyszczenia i konserwacji klimatyzacji, pomp ciepła, reku-

FIRMA SZUKA PRACOWNIKA

› TDEC GROUP SP. Z O.O.

Miejsce pracy: Skawina, ul. Pisary 10

Asystent projektanta HVAC

Obowiązki: sporządzanie projektów instalacji sanitarnych pod nadzorem oraz współpraca z zespołem.

Wymagania:

- bardzo dobra znajomość programu AutoCAD
- dobra znajomość instalacji HVAC
- wykształcenie wyższe kierunkowe – inżynieria środowiska
- prawo jazdy kat B.

Mile widziane:

- znajomość programu Revit MEP;
- znajomość programu AutoCAD MEP;
- znajomość programu Bentley Microstation
- znajomość programu Trimble Plancal NOVA;
- znajomość nakładek do AutoCAD-a.

› TDEC GROUP Sp. z o.o.

Miejsce pracy: Skawina, ul. Pisary 10

Stanowisko: Projektant HVAC

Obowiązki: samodzielne projektowanie instalacji od koncepcji do nadzoru.

Wymagania:

- min. 10 lat doświadczenia w branży
- bardzo dobra znajomość instalacji sanitarnych
- dobra znajomość programu AutoCAD
- wykształcenie wyższe kierunkowe (preferowana specjalność w zakresie wentylacji, klimatyzacji i ogrzewnictwa)
- prawo jazdy kat B.

Mile widziane:

- uprawnienia do projektowania
- znajomość programu Revit MEP
- znajomość programu AutoCAD MEP
- znajomość programu Bentley Microstation
- znajomość programu Trimble Plancal NOVA
- znajomość nakładek do AutoCAD-a

Informacje niezbędne do aplikowania na stanowiska pracy można uzyskać bezpośrednio u podmiotu poszukującego pracownika.

peratorów, samochodów, rowerów, kamperów, motocykli, domu, ogrodu i sprzętu ogrodniczego, a także obejmują niskotarciowe dodatki do olejów silnikowych i przekładniowych.

LG poszerzyło ofertę produktową o LG ISC R32 – inwerterowy chiller koreańskiej produkcji, który łączy wysoką efektywność energetyczną z troską o środowisko. Dzięki zastosowaniu czynnika chłodniczego R32 urządzenie cechuje się o 67% niższym współczynnikiem GWP (*Global Warming Potential*) w porównaniu z R410A, zachowując jednocześnie wysoką wydajność. Nowoczesna technologia Twin All Inverter zapewnia precyzyjne dostosowanie mocy chłodniczej, a kompaktowa konstrukcja ułatwia instalację. Zoptymalizowana sprężarka gwarantuje stabilne działanie nawet w ekstremalnych warunkach temperatury, natomiast innowacyjny wymiennik Wide Louver Plus Fin zwiększa wydajność cieplną. ISC R32 to niezawodne i przyszłościowe urządzenie stosowane w systemach chłodzenia i ogrzewania w budynkach komercyjnych oraz przemysłowych.

Wyróżnienia, nagrody

ARMACELL z wyróżnieniem EcoVadis przyznawanym na podstawie kompleksowej oceny praktyk firmy w obszarze społecznej odpowiedzialności biznesu (CSR) obejmującej m.in. zrównoważony rozwój, etykę, prawa pracownicze oraz odpowie-

dzialne zarządzanie łańcuchem dostaw. Zakłady w Münster (Niemcy) i Oldham (Wielka Brytania) zostały uhonorowane Złotymi Medalami, co plasuje je w gronie 5% najlepiej ocenianych spośród ponad 130 000 podmiotów analizowanych globalnie. Srebrne Medale otrzymały natomiast zakłady w Belgii (Thimister), Hiszpanii (Begur), we Włoszech (Leini) oraz Polsce (Środa Śląska). Uzyskanie tak wysokich ocen było wynikiem efektywnej współpracy wszystkich europejskich zakładów, szczególnie w obszarach bezpieczeństwa, HSE, HR oraz operacji. Wyróżnienia te wspierają realizację celów ESG (*Environmental, Social, and Governance*), jednocześnie otwierają nowe możliwości rynkowe i przyczyniając się do długoterminowego budowania wartości. Ocena uwzględnia 21 kryteriów zgodnych z międzynarodowymi standardami, takimi jak ISO 26000, UN Global Compact oraz Global Reporting Initiative (GRI), co pozwala na obiektywne porównanie wyników przedsiębiorstw w skali globalnej.

MDV – marka zdobyła trzy wyróżnienia w programie „Dobra Marka – Jakość, Zaufanie, Renoma 2024”: Dobra Marka, Eko Marka oraz Marka XV-lecia. To nagrody przyznawane na podstawie badań rynkowych analizujących jakość produktów, zaufanie klientów oraz pozycję marki na rynku. Tytuł Dobra Marka 2024 potwierdza wysoką jakość i renomę MDV, a Eko Marka 2024 wyróżnia jej zaangażowanie w zrównoważony

REKLAMA

airdot® 200

REKUPERATOR STREFOWY DLA SZKÓŁ I PRZEDSZKOLI

- współpraca w parach oraz grupach urządzeń
- dwie wersje komunikacji: link / link+
- zintegrowany czujnik wilgotności i zmierniczu
- automatyczne zamykanie przepływu powietrza
- tryby pracy: auto / czuwanie / manualny
- specjalna konstrukcja tłumiąca hałas zewnętrzny



Wydajność
max
100m³/h

Odzysk
ciepła do
93%

Zużycie
energii max
11,9W

Średnica
montażu
200mm

Współpraca
do
16 jdn

Montaż
**natynkowy
podtynkowy**



rozwój i działania ekologiczne. Tytuł Marka XV-lecia przyznawany jest firmom, które przez lata utrzymują silną pozycję

» **B&L INTERNATIONAL Sp. z o.o.**

Miejsce pracy: Łomianki koło Warszawy

Specjalista/Specjalistka ds. techniczno-handlowych

Obowiązki: pozyskiwanie i bieżąca obsługa klientów firmy (oferowanie, przyjmowanie zamówień, korespondencja handlowa, uczestnictwo w spotkaniach z klientami, prowadzenie szkoleń); doradztwo techniczne w zakresie oferowanych urządzeń automatyki pomiarowej; promocja firmy i jej produktów, uczestnictwo w targach

Wymagania:

- wykształcenie wyższe (techniczne)
- prawo jazdy kat. B
- znajomość języka angielskiego w stopniu komunikatywnym
- umiejętność sprawnej organizacji pracy
- zaangażowanie

» **ALFACO POLSKA Sp. z o.o.**

Miejsce pracy: Białystok, Gen. Wł. Andersa 7

Specjalista ds. chłodnictwa – Białystok

Obowiązki: wsparcie techniczne klientów; ofertowanie i dobór urządzeń; pozyskiwanie nowych klientów; identyfikacja potrzeb klientów danej grupy produktów; monitorowanie i analiza danych rynkowych dotyczących segmentu i konkurencji; rozwijanie i wdrażanie strategii produktu; realizacja planów sprzedaży na danym terenie

Wymagania:

- doświadczenie w pracy na podobnym stanowisku
- znajomość zagadnień związanych z chłodnictwem, klimatyzacją i automatyką HVAC
- dobra znajomość języka angielskiego (praca w międzynarodowym zespole)
- otwartość, operatywność i komunikatywność
- umiejętność pracy w zespole
- wysoka kultura osobista
- mile widziane wykształcenie techniczne
- mile widziana znajomość systemu Enova
- prawo jazdy kat. B

» **ALFACO POLSKA Sp. z o.o.**

Miejsce pracy: Białystok, Gen. Wł. Andersa 7

Absolwent / student ds. chłodnictwa – Białystok

Obowiązki: wsparcie techniczne klientów; ofertowanie i dobór urządzeń; pozyskiwanie nowych klientów; realizacja planów sprzedaży na danym terenie; praca z systemem ERP – Enova, do którego wdrożymy pracownika

Wymagania:

- wykształcenie techniczne chłodnicze / wyższe lub w trakcie studiów zaocznych
- znajomość zagadnień związanych z chłodnictwem, klimatyzacją i automatyką HVAC
- dobra znajomość języka angielskiego (praca z dokumentacją techniczną w języku angielskim)
- otwartość na naukę i samorozwój
- komunikatywność
- wysoka kultura osobista
- prawo jazdy kat. B będzie dodatkowym atutem

Informacje niezbędne do aplikowania na stanowiska pracy można uzyskać bezpośrednio u podmiotu poszukującego pracownika.

rynkową oraz cieszą się systematycznie rosnącym uznaniem wśród konsumentów. Nagrody w programie „Dobra Marka” są przyznawane na podstawie szczegółowych badań opinii publicznej, w tym wywiadach telefonicznych (CATI), ankietach internetowych (CAWI) i analizach rynkowych.

CHEMOWENT z satysfakcją informuje, że firma **GKI KOMPLEKS**, producent zaawansowanych systemów wentylacyjnych z tworzyw sztucznych CHEMOWENT®, dołączyła do prestiżowego grona laureatów rankingu Gazele Biznesu. Firma otrzymała wyróżnienie w uznaniu za wyjątkowe wyniki finansowe oraz konsekwentny rozwój. Ranking, oparty na rygorystycznych kryteriach analizy finansowej, identyfikuje przedsiębiorstwa wyznaczające standardy w swoich branżach. Gazeta Biznesu potwierdza silną pozycję marki CHEMOWENT® na polskim rynku.

BUDERUS po raz kolejny został wyróżniony w kategorii urządzenia i systemy grzewcze i otrzymał godło Super Marka 2025 – Jakość, Zaufanie, Renoma. Otrzymanie wyróżnienia jest potwierdzeniem ugruntowanej pozycji rynkowej, wysokiej rozpoznawalności oraz najwyższej jakości produktów i zaufania. Plebiscyt Dobra Marka – Jakość, Zaufanie, Renoma to ogólnopolski program promocyjny, którego celem jest wybór najlepszych, cieszących się największym zaufaniem i renomą marek w poszczególnych branżach. Badanie zostało przeprowadzone na grupie ponad 1000 respondentów, których poproszono o wskazanie jednej marki, którą uważają za godną zaufania.

Szkolenia, targi

HAIER rozpoczyna sezon szkoleniowy dla branży HVAC. Już od marca w wybranych miastach w Polsce odbędą się profesjonalne szkolenia z zakresu systemów klimatyzacji split i multisplit, klimatyzacji komercyjnej oraz pomp ciepła. To doskonała okazja dla instalatorów, którzy chcą poszerzyć swoją wiedzę, zdobyć cenne umiejętności oraz zdobyć certyfikat APS, który umożliwi dołączenie do grona Autoryzowanych Partnerów marki HAIER. Szkolenia odbędą się w formie stacjonarnej. HAIER zadbał o to, aby dotrzeć do jak najszerszego grona instalatorów. Dzięki temu szkolenia będą realizowane w wielu większych miastach w Polsce, co zapewni bliskość dostępu do wiedzy dla wszystkich zainteresowanych. Udział w szkoleniu to także okazja do zdobycia odzieży montażowej. Więcej informacji oraz formularze szkoleniowe na www.haier-ac.pl.

ISH – wiodące europejskie targi instalacyjne odbędą się w dniach 17-21 marca we Frankfurcie nad Menem. W zakresie techniki wentylacyjnej i klimatyzacyjnej zaprezentują się światowi liderzy. Nie zabraknie również polskich producentów. Na targach będą obecne firmy: Alnor, Awenta, Galmet, Grund-Therm, Heatpex, Ingremio, Inwest-Klima, Inwest-Produkt, Karpol, Ova System, Plum, Prodmex, RDJ Klima, Reventon Group, Saw-Pol, Sonniger, Thale, Wanas, WizzDev.

NIBE-BIAWAR zaprasza do udziału w regionalnych szkoleniach technicznych z gruntowych i powietrznych pomp ciepła marki NIBE. Kompleksowe szkolenia techniczne służą podniesieniu kwalifikacji z zakresu instalacji z pompami ciepła oraz przygotowaniu do samodzielnego planowania, doboru oraz sprzedaży i montażu pomp ciepła NIBE. Adresowane są do instalatorów, projektantów i deweloperów. Będą się odbywać stacjonarnie w wybranych lokalizacjach. Szkolenia z powietrznych pomp ciepła odbędą się: 3.03 we Wrocławiu, 17.03 w Kielcach, 2.04 w Gliwicach, 3.04 w Krakowie, 15.04 w Mszczonowie, 08.05 w Białymstoku oraz 16.05 w Rzeszowie. Z kolei po wiedzę z zakresu gruntowych pomp ciepła firma zaprasza: 13.03 do Łodzi, 16.04 do Mszczonowa, 20.05 do Nowego Targu oraz 22.05 do Białegostoku. Szczegółowe informacje i formularz zgłoszeniowy dostępne są na stronie www.nibe.pl w sekcji Szkolenia. Szwedzki koncern NIBE AB jest liderem rynku rozwiązań w zakresie zrównoważonej energii w Europie, z 44-letnim doświadczeniem w produkcji pomp ciepła.

Marketing, programy lojalnościowe

BDR THERMEA POLAND zachęca wszystkich instalatorów urządzeń marek De Dietrich i Baxi do przyłączenia się do programu lojalnościowy Klub Złotego Instalatora BDR Thermea. Jest to nie tylko program premiowy – to kompleksowe wsparcie dla ekspertów w branży instalacyjnej. Uczestnicy Klubu mogą liczyć na atrakcyjne nagrody finansowe, punkty wymieniane na sprzęt oraz ekskluzywne wyjazdy szkoleniowe w ramach „Szkoleń Pod Palmami”. Więcej informacji można znaleźć na stronie: <https://dedietrich.pl/kzi/>.

CAREL POLSKA poszukuje wyspecjalizowanych firm, które dołączyłyby do sieci zewnętrznych autoryzowanych partnerów serwisowych. Firma szuka osób doświadczonych w instalacji, uruchomieniu i konserwacji sprzętu HVAC. W zamian oferuje dostęp do innowacyjnych technologii i wysokowydajnych produktów uznanych na całym świecie oraz szkolenia techniczne, a także wsparcie w doborze urządzeń. **IGLOTECH** rozpoczyna akcję skierowaną dla instalatorów – Östberg TOUR 2026. Wygraną jest wyjazd do Szwecji, zwiedzanie fabryki w Avestii, w której powstają urządzenia wentylacyjne Östberg, a także szkolenie produktowe i zwiedzanie Sztokholmu. Aby zdobyć szansę na wyjazd, wystarczy, że w ciągu 2025 roku systematycznie będzie się kupowało urządzenia wentylacyjne Östberg w hurtowniach Iglotech.

KLIMA-THERM uruchomił [sklep internetowy](#) skierowany do firm instalacyjnych. Od teraz klimatyzatory, pompy ciepła, centrale wentylacyjne i akcesoria marek Fujitsu i KAISAI dostępne są w formie zakupów online. W e-sklepie Klima-Therm, przeznaczonym dla klientów biznesowych, oferowana jest szeroka gama urządzeń klimatyzacyjnych, pomp

MCPOLSKA.PL Sp. z o.o. Sp.k.

Miejsce pracy: Europa, Azja, Afryka i Bliski Wschód

Export manager

Obowiązki: realizacja strategii eksportowej firmy na rynkach Europy, krajów arabskich, Afryki i Azji; nawiązywanie oraz utrzymywanie relacji handlowych z klientami i partnerami biznesowymi; pozyskiwanie nowych dystrybutorów oraz rozwijanie sieci sprzedaży produktów z branży HVAC, DIY airconditioning oraz automotive; analiza trendów rynkowych i konkurencji w celu optymalizacji działań eksportowych; przygotowywanie ofert, negocjowanie warunków współpracy i sporządzanie umów

Wymagania:

- doświadczenie w sprzedaży eksportowej, w szczególności na rynkach Europy, krajów arabskich i Azji, w branży HVAC, DIY airconditioning lub automotive
- bardzo dobra znajomość języka angielskiego (mile widziane dodatkowe języki obce)
- wysokie umiejętności komunikacyjne oraz negocjacyjne
- samodzielność, zaangażowanie i nastawienie na realizację wyznaczonych celów

ENGIE Services Sp. z o.o.

Oddział SAR

Miejsce pracy: Warszawa

Inżynier Serwisu HVAC (k/m)

Obowiązki: zarządzanie realizacją obsługi technicznej urządzeń i instalacji HVAC na obiektach, w tym planowanie i nadzorowanie bieżącej konserwacji, przeglądów, napraw zgodnie z warunkami określonymi przez klientów w umowie serwisowej; przygotowywanie ofert serwisowych i montażowych dla klientów firmy oraz kierowanie i nadzór nad ich realizacją; sporządzanie dokumentacji serwisowej; dbanie o terminowość i jakość wykonywanych prac; podnoszenie kwalifikacji poprzez szkolenia, współpraca z zespołem serwisantów oraz klientami firmy

Wymagania:

- wykształcenie wyższe – w specjalności sanitarnej (klimatyzacja, wentylacja, chłodnictwo) lub pokrewnej
- znajomość systemów HVAC oraz urządzeń wentylacyjnych i klimatyzacyjnych
- umiejętność analitycznego myślenia i praktycznego rozwiązywania problemów technicznych
- prawo jazdy kat. B
- umiejętność pracy w zespole oraz komunikatywność
- organizacja pracy i samodzielność
- chęć do ciągłego podnoszenia kwalifikacji
- doświadczenie na podobnym stanowisku min. 2 lata (mile widziane)

Informacje niezbędne do aplikowania na stanowiska pracy można uzyskać bezpośrednio u podmiotu poszukującego pracownika.

ciepła, rekuperatorów oraz akcesoriów. Platforma B2B do zakupów online umożliwia szybkie i wygodne zamawianie wysokiej jakości urządzeń marek takich jak Fujitsu i KAISAI. W e-sklepie Klima-Therm jest możliwość zapoznania się ze szczegółowymi informacjami na temat produktu, tj. z danymi technicznymi, instrukcjami obsługi i kartami katalogowymi, jak również można sprawdzić bieżącą dostępność. Dzięki uruchomieniu nowego e-sklepu firma Klima-Therm poszerza swoje kanały sprzedaży, wychodząc naprzeciw rosnącym oc zekiwaniom rynku oraz dynamicznie zmieniającym się nawykom klientów. Dla wszystkich zarejestrowanych użytkowników e-sklepu firma Klima-Therm przygotował m.in. voucher kwotowy za zapis do newslettera oraz unikalne promocje dostępne wyłącznie online.

PASCAL 2025

NAGRODA
BRANŻOWA
Stowarzyszenia
Polska Wentylacja



ZAPROSZENIE DO XI EDYCJI

– ZGŁOSZENIA MOŻNA PRZESYŁAĆ DO 7 MARCA

> NAGRODA

dla projektantów za niestandardowe
i wyróżniające się projekty instalacji
wentylacji, klimatyzacji i chłodzenia

Innowacje i transparentność

Rozmowa z Rafałem Jarczyńskim członkiem zarządu firmy Klimat Solec

Branża HVAC przechodzi ogromne zmiany – kluczowe są teraz takie kwestie, jak energooszczędność i automatyzacja. Jakie technologie wprowadza firma, by sprostać tym wymaganiom?

Rafał Jarczyński: Branża wentylacyjno-klimatyzacyjna dynamicznie się zmienia – energooszczędność, automatyzacja i zrównoważony rozwój przestają być trendami, a stają się standardem. Energooszczędność w HVAC to dziś absolutna podstawa. Już nie chodzi tylko o koszty eksploatacji, ale o efektywność budynków w kontekście ESG i polityki klimatycznej. W naszej firmie upatrujemy przyszłość w automatyce sterującej i integracji systemów stosowanych w budynkach.

Kilka lat temu stworzyliśmy markę Wayy, inteligentnych systemów automatyki HVAC. Za pomocą naszych urządzeń można monitorować i optymalizować zużycie energii w czasie rzeczywistym, co zmniejsza koszty i negatywny wpływ budynków na środowisko. Stawiamy również na energię odnawialną. Optymalizujemy systemy wentylacji, klimatyzacji i ogrzewania poprzez zaawansowane układy regulujące strumienie powietrza wentylacyjnego, a także wydajność chłodniczą i grzewczą, precyzyjnie dostosowując ją do potrzeb użytkowników i warunków w budynku. Łączymy systemy, np. wykorzystujemy różnego rodzaju odzyski ciepła odpadowego, stosujemy dolne źródła ciepła zarówno do ogrzewania, jak i chłodzenia (chłodzenie naturalne bądź aktywne), wykorzystujemy energię elektryczną z systemów fotowoltaicznych. Dzięki nadrzędnemu sterowaniu zapewniamy pełną kontrolę pracy systemów, co maksymalizuje ich efektywność, obniża koszty eksploatacji i usprawnia serwis.

Co dla Państwa jest najważniejsze we współpracy z klientami?

RJ: Transparentność to fundament, na którym budujemy długoterminowe relacje z klientami. Inwestor powinien być spokojny, że realizacja projektu przebiegnie zgodnie z ustalonym harmonogramem, w określonym zakresie oraz przy zachowaniu odpowiednich standardów jakości i zgodności technicznej.

Stawiamy na otwartą komunikację i etykę w biznesie, co oznacza pełną odpowiedzialność za przebieg realizacji – od pierwszego etapu projektowego po finalne

wdrożenie. Etyka to dla nas nie tylko deklaracja, ale konkretne działania – przestrzeganie terminów, rzetelność w wykonaniu powierzonego zadania oraz konsekwentne dostarczanie urządzeń dobrej jakości.

Transparentność to także dostępność do informacji na każdym szczeblu realizacji. Nasze zespoły są otwarte na dialog i szybki przepływ danych – klienci widzą, na jakim etapie znajduje się projekt i kto za niego odpowiada.

Potwierdzeniem tego są informacje zwrotne, które regularnie otrzymujemy. Otwartość, przejrzystość i szybka komunikacja przyświecają realizacji naszych projektów i sprawiają, że firma Klimat Solec jest postrzegana jako partner, na którym można polegać.



Kompleksowość oferty to dziś słowo kluczowe. Czy zauważyła Pan, że inwestorzy oczekują od firm obsługi od A do Z?

RJ: Tak, i my się do tego dostosowujemy. Klienci często nie chcą współpracować z kilkoma podwykonawcami – chcą jednego partnera, który przeprowadzi ich przez cały proces – od projektu instalacji, po dostawę i montaż, aż po serwis. Kompleksowość to nie tylko zakres usług, ale przede wszystkim synchronizacja wszystkich etapów realizacji, a to wymaga sprawnego zarządzania projektem.

Jak zarządzać projektami w obliczu zmian organizacyjnych, kulturowych i technologicznych?

RJ: Dynamika tych zmian bardzo „uatrakcyjnia” nam pracę. Zarządzanie projektami w środowisku okołobudowlanym, podobnie jak projektami typowo budowlanymi, w gąszczu zmian, zwłaszcza w okresie pandemii i później, stanowiło nie lada sprawdzian z zakresu elastyczności i skłonności organizacji do szybkiego wdrażania nowych sposobów działania.

Dokonałiśmy istotnych zmian organizacyjnych w firmie, wypracowaliśmy nowe modele komunikacji wewnętrznej, wdrożyliśmy wiele narzędzi niezbędnych do dobrej i elastycznej pracy zespołowej (należy wspomnieć, iż praca hybrydowa na stałe wpisała się w nasz nowy model funkcjonowania). Przy tym położyliśmy nacisk na etykę i kulturę pracy opartą na odpowiedzialności za zadania. Wszystko to pozwoliło zbudować nam fundamenty do wdrożenia metodyki skutecznego zarządzania projektami, które są i będą na bieżąco weryfikowane oraz korygowane.

Nieustanne monitorowanie przebiegu procesów, następnie ich walidacja i wprowadzanie korekt oraz praca nad komunikacją wewnętrzną stanowią według mnie odpowiedź na wyżej postawione pytanie.

Zauważyliście zmiany w graficznej identyfikacji firmy.

RJ: Zmiany to nie tylko nowe logo. To pokazanie, w jakim kierunku idziemy. Proste, minimalistyczne logo to symbol przejrzystości i nowoczesnego podejścia. Nie chowamy się za skomplikowanymi schematami – stawiamy na skuteczne rozwiązania, które ułatwiają życie inwestorom i użytkownikom.

Wracając do kompleksowości, w jaki sposób ją Państwo realizują?

RJ: Kompleksowość w naszym przypadku oznacza pełną synchronizację kilku zespołów. Pierwszy z nich zajmuje się projektowaniem – dostosowuje instalacje do wymagań klienta i norm efektywności energetycznej, ale także optymalizuje projekty pod kątem kosztowym. To

kluczowy aspekt – oszczędności zaczynają się już na etapie projektu, a nie dopiero w eksploatacji.

Kolejne zespoły to dwie wyodrębnione marki: Klimat Pro – zajmujące się wytwarzaniem elementów wentylacyjnych, z pełną kontrolą jakości dzięki własnemu laboratorium badawczemu, oraz Wayy – specjalizujące się w produkcji automatyki zapewniającej integrację systemów sterowania i nadzoru dla maksymalnej efektywności. Odrębne zespoły odpowiadają za kluczowe etapy eksploatacji systemów: realizacja i montaż gwarantują, że wszystkie rozwiązania działają zgodnie z założeniami projektowymi, a serwis i optymalizacja nieustannie monitorują ich funkcjonowanie, dostosowując parametry do zmieniających się warunków eksploatacyjnych. Dzięki temu zapewniamy nie tylko prawidłową instalację, ale także długoterminową efektywność i niezawodność systemów.

Dzięki temu, że wszystko mamy u siebie – od projektu, poprzez produkcję, aż po realizację – możemy zagwarantować wysoką jakość i pełną kontrolę nad kosztami. Synchronizacja tych czynności pozwala nam również na szybkie wdrożenie i unikanie typowych problemów wynikających z konieczności współpracy z wieloma podmiotami zewnętrznymi. To podejście sprawia, że jesteśmy nie tylko wykonawcą, ale strategicznym partnerem dla inwestorów, którzy oczekują przewidywalności.

Czym wyróżniają się Państwa produkty na tle konkurencji?

RJ: Przede wszystkim każdy z nich ma Krajową Ocenę Techniczną (KOT), która jest potwierdzeniem spełnienia wymaganych norm. Do tego inwestujemy w automatyzację produkcji, by zwiększyć wydajność i powtarzalność naszych komponentów. Połączenie badań, automatyzacji i jakości sprawia, że nasze produkty z powodzeniem przechodzą audyty zewnętrzne.

Jak Pana zdaniem firmy z branży wentylacyjno-klimatyzacyjnej dostosowują się do potrzeb rynku?

RJ: Odpowiem na przykładzie naszej firmy, która została założona przez mojego ojca Janusza Jarczyńskiego w 1988 roku i przez te wszystkie lata jedno pozostało niezmiennie – zmiany. One są nieuniknione. Rynek, technologie, oczekiwania klientów – wszystko ewoluuje, ale to, jak na te zmiany reagujemy, definiuje nas jako firmę.

Nasza filozofia opiera się na trzech filarach. Po pierwsze, elastyczność – zawsze byliśmy otwarci na nowe działania i nie baliśmy się inwestować w rozwój. To dzięki temu mamy dziś własne laboratorium badawcze, automatyzację produkcji i zaawansowaną automatykę HVAC. Po drugie, jakość i odpowiedzialność – nie zmieniamy się dla samej zmiany. Każda decyzja, którą podejmujemy, ma na celu poprawę jakości usług i produktów



oraz większą przewidywalność realizacji projektów. Po trzecie, ludzie – zmieniają się pokolenia, zmienia się sposób zarządzania, ale fundamentem naszej firmy zawsze były relacje interpersonalne. Współpracujemy, uczymy się od siebie i rozwijamy firmę.

Nie boimy się nowoczesnych technologii, nowych sposobów zarządzania czy zmieniających się standardów branżowych. Najważniejsze jest to, żeby nie trzymać się kurczowo przeszłości, tylko patrzeć w przyszłość i działać z wyprzedzeniem.

Sukces w branży HVAC nie jest dziełem przypadku. Jaką strategię przyjmują Państwo, aby dostosować się do zmieniających się realiów rynku i utrzymać wypracowaną pozycję?

RJ: Nasze podejście opiera się na kilku kluczowych zasadach.

1. Myśl kompleksowo – klienci oczekują jednego partnera, który zajmie się wszystkim – od projektu, przez produkcję, po realizację i serwis. Zapewniamy to, synchronizując wszystkie procesy w jednej organizacji.
2. Stawiamy na automatyzację – inteligentne sterowanie i zaawansowane systemy zarządzania HVAC to przyszłość. Inwestujemy w rozwój swojej marki, by optymalizować działanie instalacji w czasie rzeczywistym.

3. Bądź transparentny i etyczny – budujemy trwałe relacje, bazując na komunikacji i pełnej odpowiedzialności za realizację projektów. Klient musi mieć pewność, że dostaje dokładnie to, co obiecaliśmy – bez niespodzianek.

4. Optymalizuj koszty już na etapie projektu – to kluczowy aspekt, na który często zwracamy uwagę. Nasz dział projektowy dostosowuje instalacje nie tylko pod kątem efektywności energetycznej, ale i kosztowej, co pozwala inwestorom na realne oszczędności.

5. Rozwijaj kompetencje OZE – technologie związane z odnawialnymi źródłami energii stają się standardem. Integrujemy je z naszymi systemami HVAC, by maksymalizować oszczędności i efektywność budynków.

Takie podejście sprawia, że nie tylko nadążamy za zmianami, ale często je wyprzedzamy – a to według nas klucz do sukcesu w branży, która nieustannie ewoluuje.

Jak Pan widzi przyszłość branży HVAC?

RJ: Automatyka i integracja systemów będą w najbliższych latach standardem. Poza tym odnawialne źródła energii będą coraz częściej integrowane z HVAC, a znaczenie na rynku zyskają tylko firmy transparentne i kompleksowo podchodzące do realizacji danego zlecenia.

Dziękujemy za rozmowę.

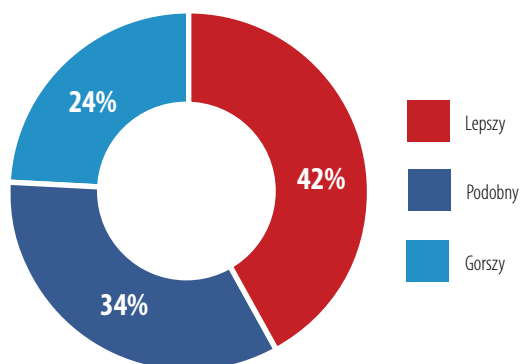
Prognozy rynkowe na rok 2025

HVAC RAPORT SPW

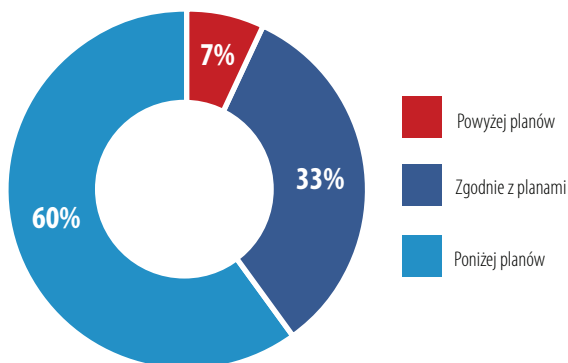
ANALIZA EKONOMICZNA RYNKU WENTYLACJI I KLIMATYZACJI



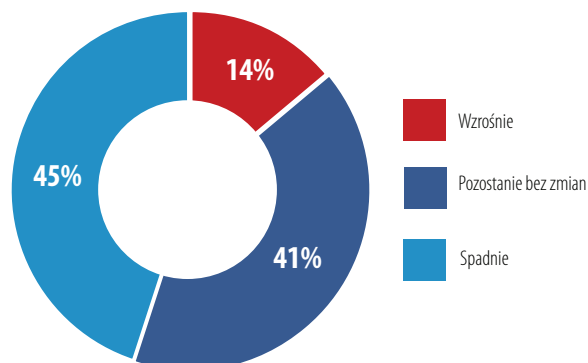
Jaki będzie rok 2025
W porównaniu
do roku 2024?



Realizacja planów
z roku 2024



Rentowność
w roku 2025
w porównaniu do 2024



Rozwój czy stagnacja, a może kryzys? To pytania, przed którymi stoją wszyscy przedsiębiorcy planujący strategię prowadzenia firmy. Menadżerowie branży HVAC różnie oceniają bieżącą sytuację rynkową i jej perspektywy.

Stowarzyszenie Polska Wentylacja śledzi rynkowe trendy. Aby je poznać, realizuje między innymi badania ankietowe, których wyniki pomagają przedsiębiorcom porównać własne osądy i dane z opiniami zebranymi w sposób statyczny. HVAC RAPORT SPW jest takim badaniem. Dane do raportu są zbierane wśród przedsiębiorców. Po przeanalizowaniu ankiet, wyniki są przekazywane tym respondentom, którzy wzięli udział w badaniu.

Na przełomie stycznia i lutego SPW zebrało opinie na temat perspektyw na rok 2025. Przedsiębiorcy podzielili się swoimi subiektywnymi odczuciami, które jednak bazują na realnej sytuacji każdego z nich. Bazą do prognoz było dla respondentów porównanie z sytuacją w roku 2024, który nie był dla branży szczególnie dobry. Co prawda 1/3 firm zrealizowała założone plany, ale niemal dwukrotnie więcej osiągnęło gorszy wynik od zakładanego, a tylko niecałe 10% wypracowało lepszy rezultat od prognozowanego.

Po takiej ocenie roku 2024 nie powinny więc dziwić opinie na temat perspektyw na rok 2025. Około 1/3 respondentów spodziewa się utrzymania koniunktury na niezmiennym poziomie. Optymistów przewidujących poprawę sytuacji jest co prawda ponad 40%, ale jednocześnie co czwarty przedsiębiorca szykuje się na pogorszenie sytuacji.

Gorzej wygląda prognoza opłacalności prowadzenia firm. Blisko połowa przedsiębiorców obawia się spadku rentowności, nieco ponad 40% spodziewa się, że ten parametr się nie zmieni, a 14% zapowiada poprawę.

W zestawieniu z opiniami na temat ogólnych perspektyw dla branży widać, że choć z optymizmem zwiększenia obrotów oczekuje 40% firm, to jednak jedynie 14% liczy na zwiększenie zysków.

Branża o prognozach na rok 2025



Arkadiusz Dragun
Prezes zarządu
Harmann Polska sp. z o.o.

Rok 2025 w branży HVAC zapowiada się lepiej niż 2024. Spodziewane ożywienie gospodarcze, wynikające z optymistycznych prognoz dotyczących zakończenia wojny na Ukrainie, może istotnie poprawić klimat inwestycyjny. Stabilizacja polityczna oraz wysokie kompetencje krajowych specjalistów przyciągną zagranicz-

ny kapitał, co przełoży się na nowe inwestycje i dalszy rozwój rynku.

Jednocześnie unijne regulacje w zakresie efektywności energetycznej oraz rosnące zainteresowanie odnawialnymi źródłami energii będą stymulować innowacje technologiczne. Coraz większe znaczenie zyskuje automatyzacja i integracja systemów HVAC z inteligentnym zarządzaniem budynkami, co otwiera nowe możliwości dla firm. W perspektywie długoterminowej rynek HVAC będzie się rozwijał, a przedsiębiorstwa inwestujące w nowoczesne technologie i kompleksowe rozwiązania mogą liczyć na wzrost konkurencyjności i stabilny rozwój.

Rok 2024 dla mojej firmy był stabilny, lekko wzrostowy, zgodny z oczekiwaniami. Najważniejszy cel, jaki chce osiągnąć firma w 2025 roku, to zadowolenie naszych klientów, które zawsze jest dla nas priorytetem.



Andrzej Walendowicz
Dyrektor ds. Handlowych
Grupa Klima-Therm

W mojej ocenie rok 2025 nie będzie znacząco różnił się od roku 2024, a ten był dla branży HVAC trudny i nieprzewidywalny, z kontynuacją spadków sprzedaży z 2023 roku. Największe załamanie dotknęło rynku pomp ciepła i OZE i nie sądzę, żeby sytuacja w tym sektorze uległa istotnej poprawie w tegorocznej perspektywie. Unia Europejska waha się względem przyszłości polityki Europejskiego Zielonego Ładu, a i w Polsce mamy swoje problemy, tj. lista ZUM i zakwestionowanie międzynarodowych znaków jakości na czele z europejskim znakiem Keymark. Do tego dochodzi niepewność czekających nas zmian w programie „Czyste Powietrze” – wszystko to nie sprzyja nadmiernemu optymizmowi.

Z kolei szansą dla naszej branży są rosnący popyt oraz wzrost nowych inwestycji – zarówno w budownictwie mieszkaniowym, jak i w sektorze przemysłowym oraz publicznym. To pozytywny trend, zwłaszcza po trudniejszym okresie na polskim rynku. Ożywienie koniunktury

inwestycyjnej stwarza branży wentylacyjno-klimatyzacyjnej możliwość powrotu na ścieżkę wzrostu, co nie zmienia mojego zdania, że w ogólnym ujęciu kondycja branży w roku 2025 będzie podobna do ubiegłorocznej.

W roku 2024, Grupa Klima-Therm, podobnie jak cały rynek, znacząco zwiększyła sprzedaż małych urządzeń klimatyzacyjnych typu RAC (*Room Air Conditioners*). Sprzedaż urządzeń średniej mocy PAC (*Professional AC*) utrzymała się na poziomie z 2023 roku. Odnotowaliśmy także kilkuprocentowy wzrost w segmencie systemów VRF, gdzie nasz dostawca z Japonii, Fujitsu General od lat rozwija tę technologię, szczególnie w odniesieniu do rozwiązań typu mini VRF. Zwiększyliśmy również sprzedaż central wentylacyjnych, głównie o mniejszych wydajnościach powietrza. Natomiast w kategorii urządzeń dużej mocy i pomp ciepła zanotowaliśmy spadki rok do roku. Grupa Klima-Therm od lat rozwija sprzedaż eksportową, co pomogło nam zminimalizować skutki osłabienia rynku krajowego – zarówno w segmencie klimatyzacji, jak i wentylacji.

W ubiegłym roku z pewnością pewnym zaskoczeniem była, i nadal jest, słabnąca od II kw. 2023 roku dynamika sprzedaży pomp ciepła, bez widocznego trendu odbicia, na co wpływ mają głównie wspomniane już niekonsekwencje natury politycznej występujące zarówno na szczeblu unijnym, jak i krajowym, więc w tym sensie Polska nie jest wyjątkiem. Do tego dodałbym wstrzymanie programu „Czyste Powietrze”, które niemalże całkowicie ograniczyło popyt na pompy ciepła. Innym

hamulcem rozwoju branży w 2024 roku, kluczowym dla rynku dużych inwestycji, był odczuwalny odpływ kapitału zagranicznego, m.in. z uwagi na rosnące koszty wynagrodzeń i energii. W roku 2025 Grupa Klima-Therm za najważniejszy cel wyznaczyła sobie blisko 20-procentowy wzrost przychodów. Zamierzamy go osiągnąć poprzez zwiększenie udziału na rynku krajowym oraz znaczący rozwój eksportu. Dynamizację sprzedaży krajowej w segmencie urządzeń RAC/PAC wspierać będą nowe narzędzia, jakie wdrożyliśmy z początkiem roku. Firmy instalacyjne mogą już kupować urządzenia Fujitsu i Kaisai online, 24 godziny na dobę, 7 dni w tygodniu. To duże ułatwienie dla naszych dotychczasowych klientów i szan-

sa na nawiązanie współpracy dla nowych partnerów. Uruchomiliśmy także nową edycję programu partnerskiego „Poznaj Klimat”, który od tego roku obejmuje nie tylko instalatorów współpracujących z marką Fujitsu – teraz w programie premiuje również zakupy urządzeń Kaisai. Z kolei rozwój Klima-Therm za granicą polegać będzie zarówno na intensyfikacji sprzedaży w krajach, w których już jesteśmy obecni – a jest ich już ponad 40, ale też wejściem na nowe rynki Ameryki Południowej. We wrześniu tego roku planujemy w związku z tym debiut na targach AHR Expo w Meksyku, co otworzy nowy rozdział międzynarodowej ekspansji marki Klimor.



Marcin Moczydłowski
Dyrektor Zarządzający
Systemair SA

Rok 2024 dla firmy Systemair przez pierwsze trzy kwartały był biznesowo niezły, z odczuwalnym spowolnieniem w ostatnich miesiącach. W ubiegłym roku celebrowaliśmy 50-lecie Grupy Systemair i 30-lecie istnienia spółki w Polsce, był więc czas nie tylko na refleksje i podsumowanie dotychczasowych osiągnięć, ale też na budowanie nowej strategii rozwoju na nadchodzące lata.

Po roku umiarkowanych wzrostów zamierzamy dynamicznie wzmocnić swoją pozycję w grupach produktowych, które do tej pory nie były kojarzone z naszą spółką. Rozwijamy również działy sprzedażowe, zatrudniając nowych specjalistów.

Dużym zaskoczeniem w ubiegłym roku okazała się zauważalna wrażliwość branży na zjawiska makroekonomiczne, fundusze zewnętrzne i czynniki geopolityczne. Moim zdaniem branża ma duży potencjał rozwoju ze względu na popyt w wielu sektorach budownictwa, ale niestety koszt finansowania, fundusze wewnętrzne czy chociażby nasze położenie geopolityczne nadal mocno warunkują tempo rozwoju.

Było to wyraźnie widoczne w roku 2024, gdy koszt kredytów ograniczał możliwości inwestorów, a wydarzenia w regionie i na świecie wpływały na nastroje, a tym samym na decyzje o realizacji części projektów w naszym kraju.



Wojciech Dworakowski
Kierownik Marketingu
Lindab sp. z o.o.

Mam nadzieję, że rok 2025 będzie lepszy, choć rozsądek podpowiada, że może być podobny do poprzedniego. Przypuszczam, że w pierwszej części roku niewiele się zmieni, liczę jednak, że druga połowa będzie dla branży nieco bardziej przychylna.

Rok 2024 dla firmy Lindab był wyjątkowo wymagający, bogaty w wyzwania, przed którymi nie raz stawiała nas codzienność, jednak dzięki zaangażowaniu, poświęceniu i determinacji całego zespołu udało się przejść przez ten trudny okres.

Ubiegły rok pokazał, jak mało stabilny jest rynek i jak wiele sytuacji może zdarzyć się w zasadzie „z dnia na dzień”. Pomimo wielu dynamicznie zachodzących zmian, udaje nam się skutecznie zaadaptować do nowych warunków oraz znaleźć alternatywne rozwiązania. Wyciągnęliśmy także cenne wnioski i stosujemy je w obecnej strategii firmy.

Bieżący rok będzie również bardzo trudny, dlatego postanowiliśmy wejść w niego z podejściem pozytywnym i otwartym na zmiany, których czeka nas wiele.



Małgorzata Maniawska
Dyrektor Działu Marketingu
Elektronika S.A.

Na podstawie wypowiedzi doradców bankowych, obserwacji rynku EU, sytuacji politycznej i ekonomicznej na świecie – podsumowując – uważamy, że rok 2025 w branży wentylacyjno-klimatyzacyjnej będzie podobny do roku 2024. Zeszły rok dla mojej firmy był czasem zrównoważonego rozwoju. Pomimo słabej sprzedaży pomp ciepła i stagnacji w zakresie wody lodowej, odnotowaliśmy wysoką sprzedaż produktów Danfoss (sprężarki, agregaty skraplające, automatyka) oraz systemów klimatyzacji Mitsubishi Heavy Industries.

Największym zaskoczeniem roku 2024 było zamieszanie wokół pomp ciepła – zmiany w programie „Czyste Powietrze”, czarny PR w Internecie, zmienne losy listy ZUM, niepewność konsumentów w zakresie opłacalności inwestycji, a na koniec – wstrzymanie przyjmowania wniosków o dofinansowanie.

Konsekwentnie rozwijaliśmy ofertę urządzeń zero-emisyjnych, wysokowydajnych i energooszczędnych, wykorzystujących najnowocześniejsze technologie w branży HVAC. Zrealizowaliśmy dostawę i uruchomienie pierwszego w Polsce nowego agregatu skraplającego Danfoss iCO₂, a także dostarczyliśmy kolejne pompy ciepła MHI Q-ton – z czynnikiem CO₂. Rozszerzyliśmy ofertę o przemysłowe pompy ciepła na propan. Niestety stagnacja na rynku w roku 2024 nie sprzyjała inwestycjom. Mamy nadzieję, że nowa strategia naszego premiera „inwestycje, inwestycje, inwestycje” już w drugiej połowie roku będzie skutkować zwiększeniem sprzedaży, większą liczbą projektów na rok 2026 oraz ogólnym ożywieniem gospodarczym.



Remigiusz Błaszowski
Członek Zarządu
Air Spiralo Poland

Uważam, że rok 2025 nie będzie dla branży HVAC gorszy od 2024, choć nie można ignorować czynników zewnętrznych mogących wpłynąć na rynek. Rosnąca świadomość ekologiczna i zdrowotna, regulacje dotyczące efektywności energetycznej oraz zmiany klimatyczne napędzają popyt na nowoczesne urządzenia wentylacyjne i klimatyzacyjne. Dodatkowo inwestycje w budownictwo energooszczędne oraz inteligentne systemy zarządzania klimatem wewnątrz budynków będą sprzyjać dalszemu rozwojowi branży. Jednocześnie wysokie koszty energii, napięcia geopolityczne i niepewność makroekonomiczna mogą

zaburzyć stabilność łańcuchów dostaw oraz wpłynąć na kształtowanie cen surowców. Kluczowe będzie elastyczne dostosowanie się do zmieniających się warunków rynkowych oraz inwestowanie w innowacyjne technologie.

Rok 2024 nie przyniósł istotnych niespodzianek – większość wyzwań była przewidywalna, choć zauważalne były istotne wahania popytu. Dla mojej firmy był okresem intensywnego, wielowymiarowego rozwoju, pełnym wyzwań i możliwości. Nastąpiła stabilizacja w dostępności zasobów, choć koszty funkcjonowania nadal rosły, co jest typowe dla okresów wysokiej inflacji. Na trudności odpowiedzią było wyjątkowe zaangażowanie pracowników Grupy Air Spiralo. Dzięki temu zrealizowano kluczowe projekty i umocniono silną pozycję firmy na rynku.

W 2025 roku kluczowe będzie dokończenie wdrożeń i stabilizacja strategicznych projektów, a także dalsza optymalizacja, automatyzacja i cyfryzacja procesów, by zwiększyć efektywność operacyjną. Chcemy także rozwijać portfolio produktów oraz kontynuować ekspansję geograficzną.

HVAC Raport SPW jest badaniem
rynkowym prowadzonym przez
Stowarzyszenie Polska Wentylacja
wśród uczestników rynku.

Tematyczne ankiety są prowadzone
cyklicznie i służą obserwacji
trendów rynkowych. Badania są
anonimowe, a wyniki udostępniane
respondentom.

HVAC R PORT SPW

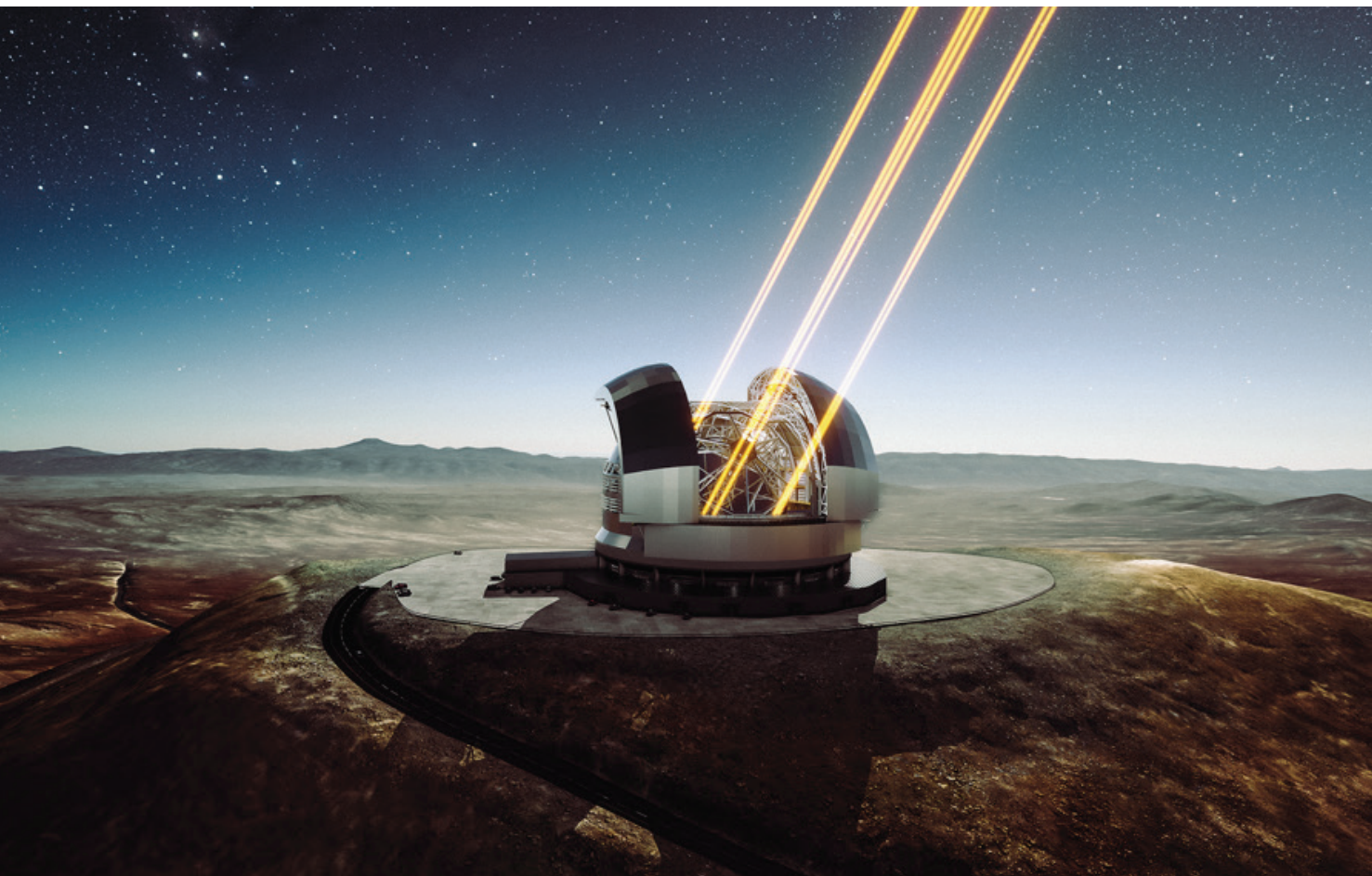
ANALIZA EKONOMICZNA RYNKU WENTYLACJI I KLIMATYZACJI

www.cyrkulacje.pl



Chłodzenie teleskopu budowanego na pustyni Atakama

Budowany na górze Cerro Armazones na pustyni Atakama w Chile Extremely Large Telescope, czyli ELT, zacznie kierować swoje lustro w przestrzeń kosmiczną w 2028 roku. Decydującą rolę w pracy teleskopu odgrywają systemy laserowe, chłodzone przez specjalistyczne centrale wentylacyjne.



fol. ESO – Europejskie Obserwatorium Południowe

Projekt największego na świecie teleskopu optycznego na podczerwień, do obserwatorium zlokalizowanego na pustyni Atakama w Chile, został opracowany przez Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO). Zaplanowano zwierciadło główne o średnicy 39 m. Ma być wykonane z 798 sześciokątnych elementów, każdy o maksymalnej przekątnej 1,4 m i grubości 5 cm.

Cztery lustra wtórne, z których część będzie zmieniać kształt tysiące razy na sekundę, by skompensować drgania obrazu wywołane przejściem światła przez atmosferę, umożliwią badania, jakich dotąd nikt na świecie nie wykonał. Teleskop ma być używany m.in. do poszukiwań planet pozasłonecznych, na których są warunki sprzyjające życiu, oraz służyć „gwiazdnej archeologii”

poprzez badania starych gwiazd i ich skupisk w sąsiednich galaktykach.

Projekt wyceniany na 1,45 mld euro obejmie również 46 specjalistycznych central wentylacyjnych, których zadanie polega na zagwarantowaniu stabilnej temperatury wewnątrz teleskopu. Centrale będą wyposażone w 28 jednostek wentylatorowych.

Projekt wentylacji jest bardzo ambitny – został opracowany w taki sposób, aby system działał wydajnie w warunkach dużych wahań temperatury, typowych na szerokości geograficznej, na której wznoszona jest konstrukcja teleskopu.

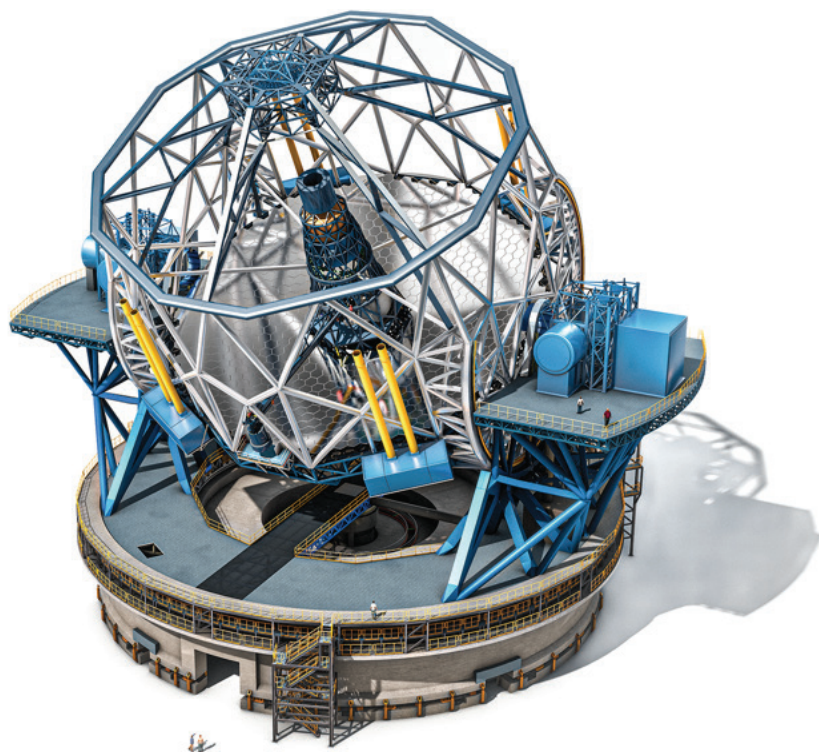
Parametry środowiska wewnętrznego muszą być ściśle kontrolowane, w celu wyeliminowania wszelkich zakłóceń widoczności w obszarze optyki, a także po to, by zapobiec odkształceniom termicznym teleskopu.

Gdy kopuła zostanie otwarta nocą, rozpocznie się spektakularny pokaz. Systemy laserowe skierują wiązki w niebo, aby stworzyć aż osiem sztucznych gwiazd przewodnich, które zostaną wykorzystane przez system optyki adaptacyjnej do pomiaru turbulencji atmosferycznych i dokonania niezbędnej korekty. Obrazy wytwarzane przez ELT będą 16 razy ostrzejsze niż te z Kosmicznego Teleskopu Hubble'a – mimo że Hubble bada przestrzeń kosmiczną z samej przestrzeni kosmicznej.

46 central wentylacyjnych będzie dostarczać stały strumień czystego, klimatyzowanego powietrza, o idealnej temperaturze do chłodzenia systemów laserowych, niewidocznego, ale krytycznego, ponieważ nawet niewielkie wahania temperatury lub minimalne zanieczyszczenie (np. cząsteczką kurzu) mogą zagrozić pracy ELT.

Z tego powodu wymagania stawiane systemom wentylacyjnym i ich komponentom – takim jak wentylatory – zostały bardzo wyśrubowane. Nawet na wysokości 3000 metrów jednostki muszą działać niezawodnie, aby zapewnić odpowiednią wydajność i niezbędne ciśnienie. Ich funkcja nie może zostać zakłócona przez trzęsienia ziemi lub pustylny piasek blokujący filtry. Systemy składające się z niezwykle czułej elektroniki i czujników będą działać w ekstremalnych warunkach. Jednak bez względu na okoliczności nie mogą być źródłem żadnych zakłóceń.

Walidacje, symulacje, strony tabel z obliczeniami, interesariusze w różnych krajach: projektowanie wysokiej klasy central wentylacyjnych użytych do tak niezwykłego projektu jest wyjątkowo skomplikowane, podobnie jak tworzenie prototypu wentylatorów, które miały mieć kilka dodatkowych komponentów. Przykładowo, kondensatory musiały zostać umieszczone na zewnątrz, a to spowodowałoby więcej pracy z okablowaniem. Ponadto każdy dodatkowy komponent w systemie oznaczał większe ryzyko niepowodzenia. Producent central wentylacyjnych zwrócił się do portugalskiego oddziału ebm-



Ilustracja komputerowa pokazująca układ i komponenty Extremely Large Telescope (ELT), źródło Science Photo Library



fot. G. Hudepohl, atacamaphoto.com/ESO

Budowa teleskopu ELT na pustyni Atakama w Chile

-papst i przedstawił warunki zamówienia wentylatorów. Po pierwsze, były to specyfikacje techniczne – odporność na trzęsienia ziemi, funkcjonalność na dużych wysokościach, absolutna niezawodność. Do tego obowiązywały ściśle określone terminy dostaw. Kolejny wymóg dotyczył maksymalnej oszczędności. Aby sprostać zamówieniu, pierwszym krokiem było utworzenie małego i elastycznego zespołu pracowników. Inżynierowie, technicy i osoby odpowiedzialne za produkcję mieli za zadanie rozwiązać problemy wynikające ze złożoności systemu wentyla-



fot. G. Hüdepohl, atacamaphoto.com/ESO

Teleskop wykorzystuje lasery do tworzenia sztucznych gwiazd przewodnich, aby zmierzyć, jak bardzo światło jest zniekształcone przez turbulencje w atmosferze Ziemi



fot. ebm-papst

Łącznie 28 urządzeń FanGrid zainstalowano w wysoce wyspecjalizowanych centralach wentylacyjnych



fot. ebm-papst

Wszystkie urządzenia RadiPac są standardowo wyposażone w aktywny układ PFC i automatyczną detekcję rezonansu

cyjnego. Zamiast zestawu bloków konstrukcyjnych do samodzielnego montażu zaproponowali gotowy produkt typu plug-and-play. Udało się również zintegrować wyżej wspomniane kondensatory z wentylatorami. Aby chronić urządzenia techniczne ELT, wszystkie wentylatory zostały standardowo wyposażone w aktywny PFC (ang. *Power Factor Correction* – korekcja współczynnika mocy). Wartości graniczne dla harmonicznego prądu były ściśle określone – maksymalnie 10%. Symulacje pokazały, że wynik jest poniżej tego poziomu i wynosi maksymalnie 5%. Aby zapewnić wydajność i niezawodność działa-

nia systemu, zespół zaproponował układ składający się z sześciu wentylatorów EC. Jeśli jeden wentylator ulegnie awarii, pozostałe mogą nadal dostarczać niezbędną moc wyjściową.

Nuno Pires
ebm-papst Portugalia

Wentylacja w szkołach





fot. pixabay.com | Alexandra_Koch

Czy wentylacja w szkołach ma sens?

Jeśli dany problem dotyczy większości osób, a one i tak nie przywiązują do niego dużej wagi, to czy można powiedzieć, że on nie istnieje?

Tak mogłoby się wydawać po przeanalizowaniu działania wentylacji w placówkach edukacyjnych – między innymi w przedszkolach, szkołach czy uniwersytetach. Jakość powietrza jest w nich bardzo często fatalna i mało kogo to interesuje.

Jak pokazuje rzeczywistość – zarówno prywatne obserwacje wielu z nas, osób związanych zawodowo z branżą HVAC, jak i badania prowadzone przez naukowców – jakość wentylacji w obiektach edukacyjnych jest, delikatnie ujmując, nie najlepsza. Problem w Polsce jest powszechny. Dominująca w tego typu budynkach wentylacja naturalna nie daje gwarancji właściwej wymiany powietrza w klasach, pracowniach komputerowych czy

salach gimnastycznych. Z samej natury nie jest w stanie zapewnić dobrej jakości powietrza przez znaczną część roku.

Paradoksalnie w drastyczny sposób sytuację pogarsza termomodernizacja budynków edukacyjnych, która w pierwszej kolejności polega na ich doszczelnieniu poprzez wymianę okien, co tym samym pogarsza działanie i tak niewystarczającej wentylacji naturalnej. W konsekwencji dzieci i młodzież przebywają wiele godzin dziennie w pomieszczeniach, w których są narażone na dyskomfort spowodowany bardzo wysokim stężeniem dwutlenku węgla. Odbija się to negatywnie na ich zdrowiu i rozwoju.

W bardzo interesujący sposób mówiono o problemach związanych z niewłaściwą wentylacją podczas konferencji „Zdrowie naszych dzieci”, która odbyła się 13.09.2024 w Senacie RP. Wydarzenie zorganizowane przez stowarzyszenie Pacjent Europa pod patronatem wicemarszałkini Senatu RP Magdaleny Biejat wywołało żywą dyskusję osób reprezentujących różne środowiska – naukowców, samorządowców oraz w dużej mierze członków organizacji pozarządowych.

Dyskusja pokazała, jak bardzo potrzebna jest nie tylko wymiana doświadczeń, ale przede wszystkim aktywne i jak najszersze propagowanie wiedzy na temat jakości powietrza. Nie tylko tego, które nas otacza, ale również jakości powietrza w budynkach, w których stężenie zanieczyszczeń jest przeważnie znacznie wyższe niż przewidziano w normach.

Paweł Wargocki, profesor Duńskiego Uniwersytetu Technicznego, podkreślał podczas konferencji, że szkoły są jednymi z najgorzej wentylowanych budynków, nie tylko w Polsce, ale praktycznie w całej Europie. Zwracał uwagę, że zapewnienie dobrej jakości środowiska wewnętrznego ma pozytywny wpływ nie tylko na zdrowie dzieci, ale także na ich postępy w nauce. Przedstawił między innymi wyniki badań wykazujących bezpośredni związek między jakością wentylacji a efektami nauki czy produktywnością pracowników lub kosztami wynikającymi z absencji chorobowej. Postawił odważną tezę, że dzieci edukujące się w złych warunkach mają gorszy start życiowy od swoich rówieśników, którzy przebywają w dobrze wentylowanych pomieszczeniach.

Opinię o złym stanie wentylacji w szkołach podzielił również **Jerzy Sowa**, znany specjalista z Politechniki Warszawskiej, zajmujący się od blisko 30 lat zagadnieniami jakości powietrza w budynkach. Zwracał uwagę, że ze względu na specyfikę użytkowania budynków szkolnych i przedszkoli, projektowanie wentylacji w tego typu obiektach jest zadaniem wyjątkowo trudnym. Wskazywał również na brak kontroli i egzekwowania jakości działania wentylacji, upatrując problem między innymi w tym, że kwestie zapewnienia odpowiedniej jakości środowiska w budynkach, racjonalności zużycia energii i przepisów techniczno-budowlanych znajdują się na pograniczu kompetencji różnych ministerstw, przez co trudno o koordynację przepisów.

O wpływie wentylacji na zachorowania na COVID-19 wspominała **Lidia Morawska**, profesor australijskiego Uniwersytetu Technologicznego w Queensland. Przytoczyła wyniki badań przeprowadzonych we Włoszech

w regionie Marche. Badania wykazały, że względne ryzyko zakażenia wirusem SARS-CoV-2 w klasach szkolnych wentylowanych mechanicznie jest o ponad 70% niższe niż w przypadku klas z wentylacją naturalną.

Czy więc wentylacja w szkołach ma sens? Bez wątplenia tak. Szkoda, że stan naszych placówek edukacyjnych jest daleki od ideału.

Jestem przekonany, że potrzebny jest impuls, żeby uruchomić szerszą dyskusję na ten temat, a w jej konsekwencji konkretne działania.

A jest o czym rozmawiać, między innymi o:

- › przepisach regulujących wymagania dotyczące jakości środowiska w szkołach i przedszkolach, zarówno w sferze projektowej, jak i eksploatacji,
- › dobrych praktykach związanych z modernizacją istniejących obiektów, w szczególności tych poddawanych termomodernizacji,
- › powszechnej świadomości wpływu jakości środowiska wewnętrznego na zdrowie i rozwój dzieci i młodzieży,
- › sposobach finansowania działań związanych z modernizacją źle funkcjonujących budynków.

Na pewno potrzebna jest debata, która pozwoli na podzielenie się pozytywnymi doświadczeniami w kwestii zapewnienia poprawnej wentylacji w budynkach edukacyjnych.



Tomasz Trusewicz

Dyrektor Stowarzyszenia Polska Wentylacja

Czas na zmianę podejścia do wentylacji polskich szkół

Jaki system wentylacji powinien zostać zaprojektowany w budynku, w którym duża grupa ludzi o nie do końca jeszcze wykształconej odporności na bodźce środowiskowe wykonuje ciężką pracę umysłową, przebywając w silnie zagęszczonych pomieszczeniach? Zapewne zdecydowana większość projektantów instalacji HVAC odpowiedziałaby, że powinien być to system wentylacji mechanicznej spełniający bardzo wysokie standardy. Dziwi zatem fakt, że większość szkół – opis w pierwszym zdaniu dotyczy bowiem budynków edukacyjnych – jest wyposażona w systemy wentylacji grawitacyjnej. Najwyższa pora na nowe rozwiązania.



Wraz z wybuchem rewolucji przemysłowej i pojawieniem się zapotrzebowania na wykwalifikowanych robotników, w wielu krajach wprowadzono edukację publiczną. W tamtym czasie ukształtowała się też tradycyjna koncepcja nauczania polegająca na przekazywaniu wiedzy przez nauczyciela uczniom podzielonym na jednorodne grupy wiekowe. Na przestrzeni lat potrzeby edukacyjne społeczeństw uległy radykalnej zmianie, ale sposób organizacji zajęć wciąż jest zbliżony do koncepcji dziewiętnastowiecznych. W Polsce dodatkowo nauka dzieci odbywa się w warunkach złej jakości powietrza.

Niski poziom jakości powietrza w szkołach ma wiele przyczyn. Do podstawowych zalicza się zanieczyszcze-

nie atmosfery w otoczeniu budynku, silne zagęszczenie dzieci w klasach, emisję zanieczyszczeń wewnątrz pomieszczeń oraz ich nieskuteczną wentylację. Paradoksalnie pewne problemy mogą też być następstwem procedur stosowanych przez serwis sprząający. Waga poszczególnych problemów jest nieco inna na terenach miejskich i wiejskich.

W Unii Europejskiej Polska jest, niestety, jednym z krajów o najwyższym zanieczyszczeniu powietrza zewnętrznego. Problem dotyczy przede wszystkim miast. Wiele zlokalizowanych tam stacji monitorujących raportuje przekroczenia krajowych norm zanieczyszczenia powietrza przez pył zawieszony frakcji $PM_{2,5}$, PM_{10} oraz benzo(a)piren. Okresowo w niektórych miastach Śląska czy Małopolski występują stężenia porównywalne z wartościami obserwowanymi w najbardziej zanieczyszczonych miastach świata, takich jak Pekin czy Harbin. Analizy obciążenia chorobami w związku ze złą jakością powietrza wewnętrznego wskazują, że w Polsce aż za 82% utraconych lat życia skorygowanych niepełnosprawnością (wskaźnik DALY) odpowiedzialne jest zanieczyszczenie powietrza pyłem frakcji $PM_{2,5}$. Warto poza tym zauważyć, że tereny wokół szkół zlokalizowanych w miastach charakteryzują się też wysokim poziomem hałasu, co dodatkowo utrudnia interwencyjne przewietrzanie pomieszczeń w trakcie zajęć.

Na terenach miejskich obserwuje się też większą średnią liczebność dzieci w ogólnodostępnych oddziałach szkolnych (to oficjalna nazwa grupy dzieci tworzących klasę w statystyce publicznej). Według danych Głównego Urzędu Statystycznego w miastach

w oddziale szkolnym kształci się średnio 21 uczniów, podczas gdy na terenach wiejskich tylko 15 uczniów. W nowych dzielnicach dynamicznie rozwijających się miast wielkość oddziałów szkolnych jest jednak znacznie większa. Regulacje ministerialne ograniczają liczbę dzieci w klasach I–III do 25 uczniów, a w przypadku placówek integracyjnych do 20. W klasach IV–VIII uczniów jest zazwyczaj zdecydowanie więcej. „Standardy architektoniczne i funkcjonalne dla szkół podstawowych i zespołów szkolno-przedszkolnych m.st. Warszawy” ograniczają tę liczbę do 28 uczniów. W praktyce zdarzają się klasy liczniejsze, a trzeba pamiętać, że dzieciom towarzyszą jeszcze nauczyciele i nauczyciele wspomagający (1÷2 osoby). W efekcie na jedną osobę przypada często zaledwie 1,5÷2 m² powierzchni podłogi.

Przy takim zagęszczaniu emisja przez ludzi substancji zapachowych wymaga intensywnej wymiany powietrza. Dobrym wskaźnikiem dopasowania strumienia powietrza wentylacyjnego do liczby osób przebywających w pomieszczeniu jest stężenie dwutlenku węgla (a w zasadzie przyrost metabolicznie generowanego CO₂ powyżej jego stężenia w powietrzu zewnętrznym). W wielu badaniach przeprowadzanych w szkołach raportuje się, że pod koniec zajęć stężenia CO₂ w klasach wynoszą 2000÷3000 ppm, nie osiągając stanu ustalonego. Gdy analizy zaniku stężenia CO₂ umożliwiają oszacowanie rzeczywistej intensywności wentylacji, okazuje się, że wynosi ona zaledwie ok. 10% wymaganego prawem minimalnego strumienia powietrza – 20 m³/h na osobę. Dodatkowo w czasie niektórych zajęć, gdy używane są farby, flamastry, mapy i plansze drukowane na podkładach z tworzyw sztucznych, może dochodzić do intensywnej emisji lotnych związków organicznych. Pomiary wykonywane w klasach niejednokrotnie wskazują też na to zjawisko.

W szkołach na terenach wiejskich występują podobne problemy, ale zazwyczaj w nieco mniejszym natężeniu. Specyfiką szkół wiejskich jest większa obecność alergenów w powietrzu zewnętrznym (pyłki roślin, zarodniki grzybów pleśniowych, alergeny odzwierzęce), większe ryzyko zawilgocenia budynków oraz ograniczone dochody władz samorządowych i w konsekwencji problemy z odpowiednim doinwestowaniem szkół. Według danych GUS-u w roku szkolnym 2023/2024 do szkół podstawowych zlokalizowanych w miastach uczęszczało 1,9 mln uczniów, a na terenach wiejskich 1,1 mln.

W licznych artykułach wykazano, że dzieci i młodzież to grupa szczególnie wrażliwa na zanieczyszczenia powietrza. Układy odpornościowe młodych ludzi są jeszcze w fazie rozwoju. Do najczęściej zgłaszanych problemów związanych z niewłaściwą jakością powietrza w szkołach zalicza się infekcje dróg oddechowych, problemy z koncentracją oraz pogorszenie wyników w nauce. Eksperci

szacują, że przebywanie w ciągu kilkunastu lat edukacji w pomieszczeniach o złej jakości powietrza, może odpowiadać utracie nawet jednego roku kształcenia. Większość obywateli zgadza się ze stwierdzeniem, że dzieci powinny być otoczone specjalną troską. W Polsce, gdzie występuje bardzo poważny problem demograficzny, brak aktywnej roli przedstawicieli władzy jest szczególnie niezrozumiały. Należy także zwrócić uwagę, że zła jakość powietrza wpływa również na zdrowie nauczycieli. Ochrona warunków pracy tej grupy zawodowej pozostawia bardzo wiele do życzenia.

Zupełnie nowe spojrzenie na problem jakości powietrza w szkołach przyniosła pandemia COVID-19. Po wszechny lockdown był dużym szokiem społecznym. Zamknięcie szkół i nagły obowiązek zapewnienia opieki nad dziećmi okazał się dla wielu rodziców bardzo trudny do pogodzenia z pracą zawodową. Długotrwała edukacja zdalna, pomimo zaangażowania nauczycieli, spowodowała luki w wiedzy i problemy w rozwoju emocjonalnym uczniów. W kręgach gospodarczych i oświatowych dominuje przekonanie, że zamykanie szkół nie powinno być już stosowane w przyszłości. Epidemiolodzy wskazywali jednak, że po ponownym otwarciu placówek, to szkoły stały się bardzo intensywnym miejscem transmisji chorób. W silnie zagęszczonych klasach nie było możliwości egzekwowania odpowiedniego dystansu ograniczającego zakażenia drogą kropelkową. Nie było to aż tak istotne, gdyż po wielu miesiącach batalii środowisko ekspertów od jakości powietrza wewnętrznego przekonało Światową Organizację Zdrowia, że w pomieszczeniach nie da się zdefiniować bezpiecznego dystansu. Zakażenia wirusami i bakteriami wywołującymi choroby dróg oddechowych zachodzą bowiem drogą powietrzną. Patogeny pozostają obecne w residuach nie do końca odparowanych kropelek śliny osób chorych. Ze względu na bardzo niewielkie wymiary, kropelki utrzymują się w powietrzu przez długi czas, pokonując dziesiątki metrów, a otoczka wodna chroni je przed obumarciem. Osoba chora bezobjawowo może emitować w trakcie oddychania, mowy, śpiewu itd. ok. 100 mln kopii wirusa SARS-CoV-2 w każdym mililitrze śliny.

W klasach szkolnych, w których zakłada się możliwość przebywania chorych dzieci, powinno się stosować zatem rozwiązania techniczne ograniczające ekspozycję osób podatnych na zakażenie. Do możliwych działań należy zaliczyć intensywną wentylację, stosowanie oczyszczaczy powietrza (uwaga, część z dostępnych urządzeń zwiększa zagrożenia dla zdrowia, a nie zmniejsza!), stosowanie w przerwach od lekcji dezynfekcji powietrza i powierzchni. W szkołach można też wprowadzać działania organizacyjne, takie jak zmiany w planach zajęć, dzielenie klas na mniejsze grupy, przenoszenie części

zająć na teren otwarty wokół szkoły lub do pomieszczeń o większej kubaturze.

Cała powyższa argumentacja powinna wskazywać na celowość stosowania w szkołach zaawansowanej wentylacji mechanicznej. Warto też zauważyć, że wyposażanie szkół w nowoczesne instalacje techniczne umożliwia prezentację problemów środowiskowych szybko zmieniającego się otoczenia człowieka w trakcie zajęć edukacyjnych, projektów uczniowskich, konkursów środowiskowych itp.

Niestety, polska tradycja budowlana utrwaliła pośród wielu inwestorów i decydentów przekonanie, że wentylacja grawitacyjna jest w stanie zapewnić w szkołach odpowiednie warunki środowiska. Tymczasem jest to system absolutnie nienadający się do tego celu. Co ciekawe, analiza zapisów polskiego prawa budowlanego wskazuje, że zastosowanie wentylacji grawitacyjnej w nowo budowanej szkole lub pozostawienie jej w szkole poddawanej gruntownej modernizacji, nie powinno być możliwe.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2019 r. poz. 1065), w § 148. 1. stanowi, że „wentylację mechaniczną wywiewną lub nawiewno-wywiewną należy stosować w budynkach wysokich i wysokościowych oraz w innych budynkach, w których zapewnienie odpowiedniej wymiany powietrza nie jest możliwe za pomocą wentylacji grawitacyjnej lub wentylacji hybrydowej”.

To oznacza, że projektant decydujący się na wentylację grawitacyjną w szkole uważa, że zapewnienie wymaganej intensywności wentylacji przy pomocy tego systemu jest możliwe. Szkoda, że w Rozporządzeniu Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. poz. 1609) nie wymaga się rygorystycznie wykazania takiej możliwości na drodze obliczeń. W projektach architektów zazwyczaj umieszcza jedynie zdanie „W budynku przewidziano wentylację grawitacyjną”.

W odniesieniu do wymaganej intensywności wentylacji (§ 149. 1. Warunków technicznych...) odsyła do wycofanej przez PKN w 2015 normy PN-83/B-03430 oraz PN-83/B, gdzie znajduje się zapis „W budynkach użyteczności publicznej pomieszczenia przeznaczone do stałego i czasowego pobytu ludzi powinny mieć zapewniony dopływ co najmniej 20 m³/h powietrza zewnętrznego dla każdej przebywającej osoby (w żłobkach i przedszkolach dopuszczalne jest obniżenie do strumienia powietrza do 15 m³/h dla każdego dziecka)”. Jednocześnie w tej samej normie jest ograniczenie organizacji dopływu powietrza do pomieszczenia przez nawiewniki powietrza stosowane w wentylacji grawitacyjnej, hybrydowej lub

mechanicznej wywiewnej do dwóch wymian na godzinę. W szkołach i przedszkolach dopuszcza się w uzasadnionych przypadkach (nie precyzując jednak jakich) doprowadzanie powietrza zewnętrznego pod wpływem podciśnienia w ilościach do trzech wymian na godzinę.

Wentylacja klasy szkolonej dla 30 osób (uczniowie i nauczyciel) wymaga doprowadzania powietrza w ilości 600 m³/h. W takiej klasie szkolnej dopływ powietrza przez nawiewniki, nawet po sporządzeniu odpowiedniego „uzasadnienia”, możliwy jest jedynie w pomieszczeniach o kubaturze większej niż 200 m³. Wiele istniejących klas szkolnych nie spełnia tego warunku.

Brak aktywności władz państwowych w formułowaniu wymagań dotyczących wyposażenia technicznego budynków edukacyjnych starają się nadrobić władze samorządowe, w których gestii znajduje się zdecydowana większość szkół. Przykładem takiego działania może być „Warszawski standard zielonego budynku”, w którym stosowanie wentylacji mechanicznej z odzyskiem energii jest obligatoryjne w budynkach oświaty.

Najwyższy czas, by to jednak państwo poczuło się odpowiedzialne za istniejącą sytuację. Powolny proces zmiany świadomości powinien być przyspieszony przez zdecydowane działanie i precyzyjne zapisy w prawie budowlanym lub oddzielnym rozporządzeniu poświęconym kompleksowemu rozwiązaniu problemów technicznych występujących w budynkach edukacyjnych. Na pewno w nowych wymaganiach powinno się uwzględnić obowiązek stosowania wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej, wyposażonej w odzysk energii z powietrza usuwanego, wysokoskuteczną filtrację powietrza i systemy sterowania umożliwiające dostosowanie pracy wentylacji do dynamicznie zmieniających się warunków. Wymaganie zapewnienia co najmniej 20 m³/h powietrza zewnętrznego dla każdej osoby powinno być zwiększone. Dodatkowo powinno się wymagać od zarządców szkół, powołując się na odpowiednie przepisy, opracowania szczegółowych planów postępowania na wypadek wprowadzania podwyższonych stanów zagrożenia epidemiologicznego. Warto przy tym skorzystać z pionierskiego standardu ASHRAE 241 „Control of Infectious Aerosols”.

Jerzy Sowa
Politechnika Warszawska
Wydział Instalacji Budowlanych,
Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska

Poprawa jakości powietrza w szkołach

Wdrożone technologie i wyniki badań

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój, zrealizowało przedsięwzięcie „Wentylacja dla szkół i domów” mające na celu opracowanie nowoczesnych systemów wentylacyjnych dla szkół. Wykorzystując publiczne środki, polscy producenci zaprojektowali, wykonali i wdrożyli pilotażowe instalacje w dwóch obiektach, które dotychczas były wentylowane w sposób naturalny. Pozytywne efekty zostały potwierdzone badaniami w skali laboratoryjnej przeprowadzonymi w specjalnie na ten cel zbudowanej komorze badawczej.

Część przedsięwzięcia dotyczącą szkół zrealizowano w latach 2021-2023. Pierwszy etap obejmował badanie prototypów systemów wentylacji i automatyki. Nowe rozwiązania zaprojektowane przez producentów testowano według specjalnie opracowanej procedury badawczej zrealizowanej przez Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej. Na etapie drugim prototypy z najlepszymi wynikami testów zamontowano w dwóch szkołach: w Lędzinach na Górnym Śląsku oraz w Niepołomicach koło Krakowa.

Każdy z systemów wentylacji składa się z centrali wentylacyjnej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła i chłodu oraz instalacji rozprowadzającej powietrze w sali lekcyjnej. Za regulację temperatury powietrza nawiewanego odpowiada układ instalacji z pompami ciepła. Dodatkowo w każdej sali lekcyjnej zamontowano na grzejnikach bezprzewodowe siłowniki zaworów termostatycznych, wspierające system automatyki przy regulowaniu temperatury powietrza.

W holu każdej ze szkół zainstalowana została tablica informacyjna, na której wyświetlane są parametry systemu, obejmujące m.in.:

- › temperaturę i wilgotność względną powietrza oraz stężenie dwutlenku węgla, koncentrację $PM_{2,5}$ i PM_{10} , zużycie energii elektrycznej zamontowanych systemów wentylacyjnych,
- › parametry powietrza zewnętrznego,
- › dodatkowe informacje przekazane przez szkołę.

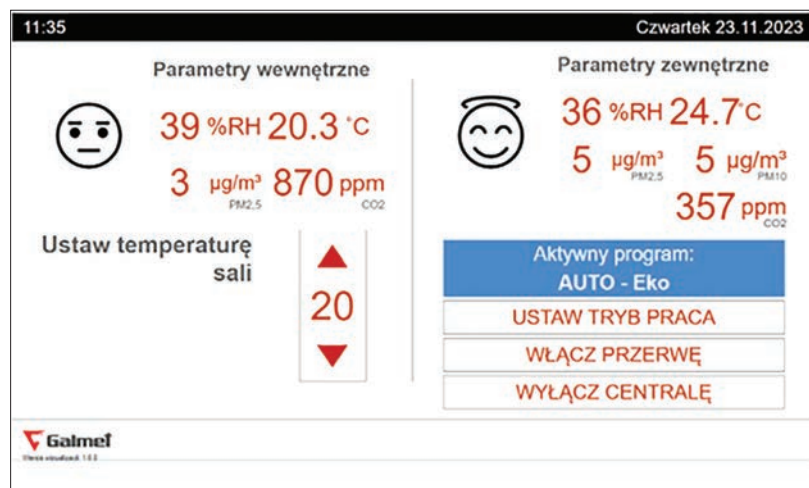
W każdej sali został zainstalowany panel sterujący, na którym również wyświetlane są parametry dotyczące jakości powietrza w pomieszczeniu.



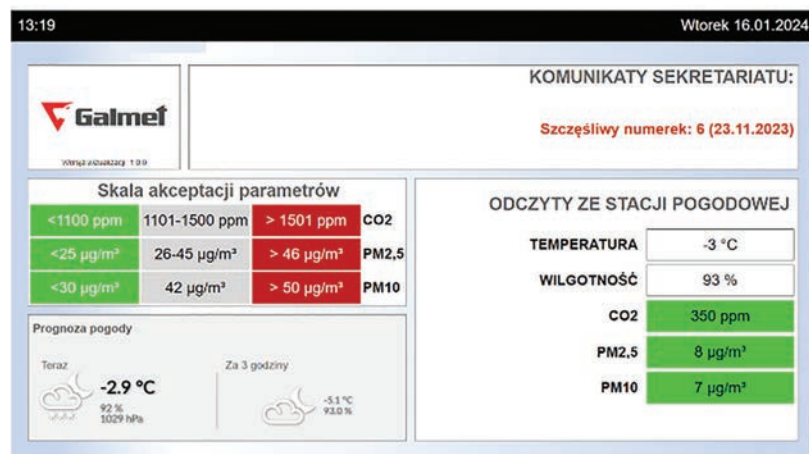
Widok elewacji szkoły w Lędzinach z zamontowanymi czerpnio-wyrzutniami powietrza



System wentylacji zainstalowany w wybranym pomieszczeniu edukacyjno-wychowawczym w szkole w Łędzinach. Centralę wentylacyjną umieszczono w zabudowie meblowej na końcu klasy. Widoczny kanał nawiewny oraz front zabudowy graficznie dopasowano wg wskázówek nauczycieli



Widok ekranu regulatora pomieszczeniowego w szkole w Łędzinach



Widok tablicy informacyjnej w szkole w Łędzinach

Elementem składowym systemów jest także szkolny system zarządzający. Dostęp do systemu odbywa się przez oprogramowanie, które umożliwia zarówno podgląd parametrów powietrza w każdym pomieszczeniu wychowawczo-dydaktycznym, jak i zaprogramowanie indywidualnego harmonogramu pracy dostosowanego do planu zajęć.

W czasie przerw od zajęć lekcyjnych realizowany jest specjalny tryb „Przerwa”, który służy do przewietrzania. W celu zminimalizowania zużycia energii elektrycznej w nocy oraz w weekendy, system wentylacji jest wyłączany. Aktywny jest jedynie tryb przewietrzania. Dzięki zamontowanemu systemowi wentylacji zapewniono odpowiednią ilość świeżego powietrza, nie dopuszczając do przekroczenia stężenia dwutlenku węgla.

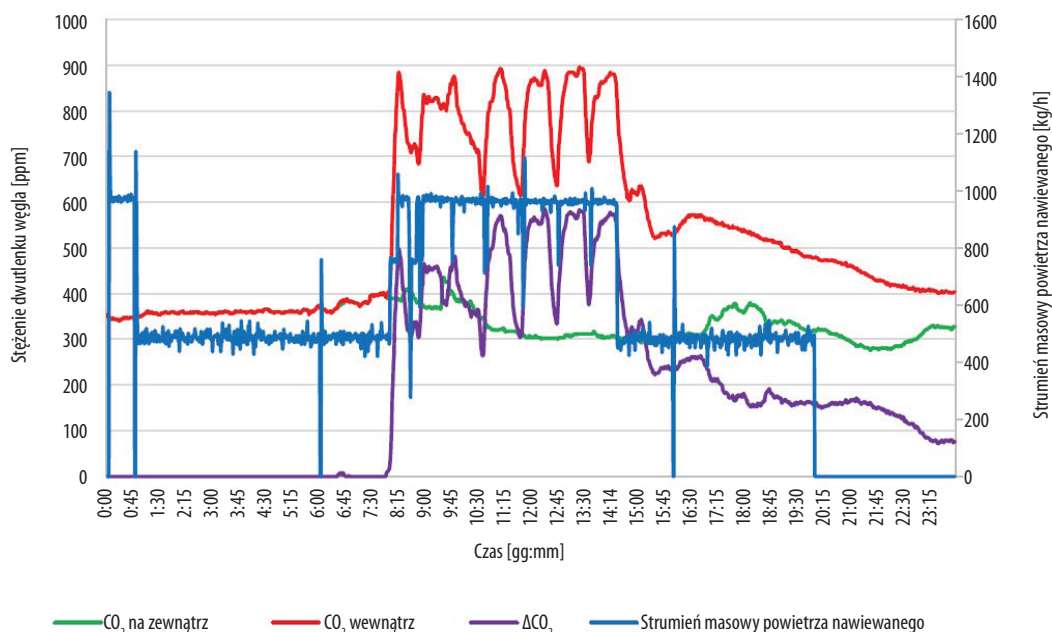
Wyniki badań w zmodernizowanych szkołach

Szkoła Podstawowa nr 3 im. J.Ch. Ruberga w Łędzinach

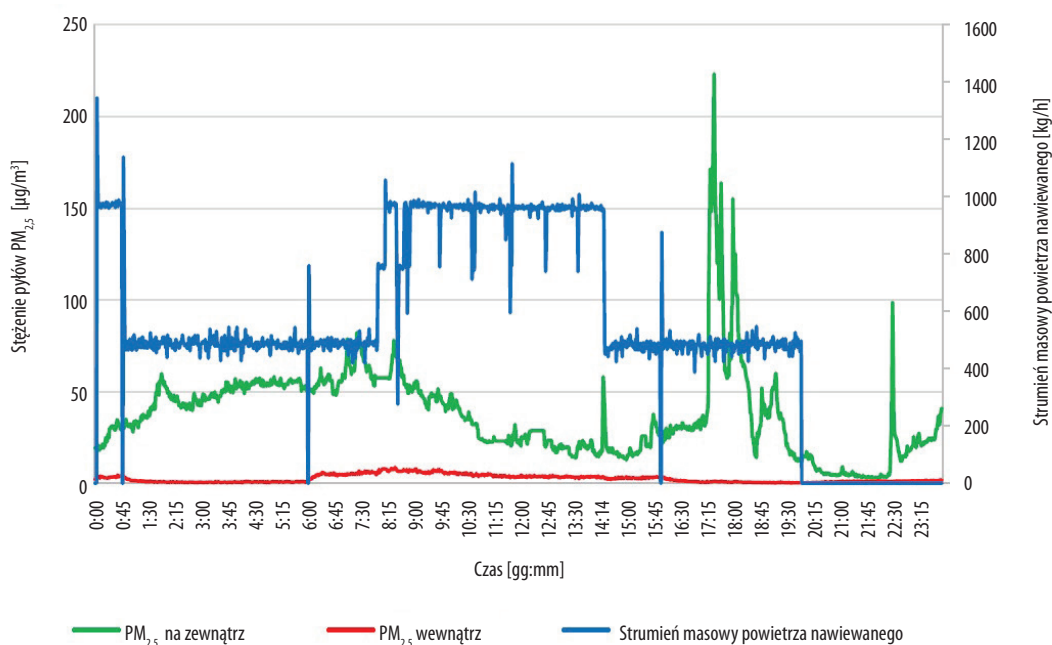
Autorem rozwiązania i wykonawcą systemu w szkole w Łędzinach jest firma Galmef. Niezależne systemy wentylacyjne wdrożono w 19 klasach, w każdej z nich podczas zajęć przebywa jednocześnie 31 osób. Zajęcia prowadzone są według standardowego planu lekcyjnego, co godzinę następuje zamiana klasy/grupy. Drzwi w czasie przerwy pozostają zamknięte, aby nie zaburzać pracy systemu wentylacyjnego. W klasie nie powinni wtedy przebywać uczniowie, aby przewietrzanie przed kolejną lekcją było jak najbardziej efektywne. Systemy wentylacyjne zapewniają:

- odpowiednią ilość świeżego powietrza, nie dopuszczając do przekroczenia stężenia dwutlenku węgla powyżej 550 ppm, ponad stężenie CO₂ w powietrzu zewnętrznym
- oczyszczanie za pomocą filtrów powietrza wprowadzanego do sali z zewnątrz,
- regulację temperatury w pomieszczeniach przy zastosowaniu bezprzewodowych siłowników zaworów grzejnikowych oraz regulację temperatury powietrza nawiewanego w wyniku zastosowania instalacji hydraulicznej podłączonej do systemu pomp ciepła,
- walory edukacyjne, dzięki zamontowanej dużej tablicy elektronicznej informującej o jakości powietrza.

Centralę wentylacyjną zlokalizowano w tylnej części pomieszczenia i zabudowano ścianką meblową dostosowaną stylistycznie do wnętrza. Powietrze jest dostarczane za pomocą dekoracyjnego nawiewnika tekstylnego zamontowanego pod sufitem, poprawia-



Rys. 1. Zmiana stężenia dwutlenku węgla oraz strumienia powietrza w grudniu w wybranej klasie szkoły w Łędzinach



Rys. 2. Zmiana koncentracji pyłów zawieszonych PM_{2.5} w zależności od przepływu powietrza oraz strumienia powietrza w grudniu w wybranej klasie szkoły w Łędzinach

dzanego wzdłuż sali. Wywiew zintegrowany jest z centralą wentylacyjną.

Szkolny system nadzorujący

Na rysunku 1. przedstawiono dane zarejestrowane w grudniu 2024 r. dla stężenia dwutlenku węgla oraz strumienia powietrza wentylacyjnego w trakcie pracy systemu wentylacji w różnych programach („Praca”, „Prze-

rwa”, „ECO”, „Wyłączony”). Na rysunku 2. przedstawiono natomiast dane dotyczące koncentracji pyłów PM_{2.5}.

W trakcie testu nie doszło do przekroczenia wartości przyrostu stężenia dwutlenku węgla (różnicy pomiędzy stężeniem CO₂ w powietrzu w pomieszczeniu, a stężeniem CO₂ w powietrzu zewnętrznym).

Tabela 1. Zestawienie parametrów powietrza w trakcie dnia pracy w grudniu w szkole w Łędzinach

Numer lekcji	Godziny zajęć	ΔCO_2	PM _{2,5} wewnętrzne (średnia)	Zużycie energii
	[gg:mm]	[ppm]	[ug/m³]	[Wh]
1	7:10-7:55	0	8,1	75,8
2	8:00-8:45	29	6,3	76,2
3	8:50-9:35	8	5,2	82,9
4	9:45-10:30	48	6,6	76,8
5	10:40-11:25	277	8,7	103,3
6	11:45-12:30	154	19,9	82,1
7	12:45-13:30	108	6,0	82,2
8	13:40-14:25	38	3,1	79,3
9	14:30-15:15	21	3,6	79,9
10	15:20-16:05	5	4,4	82,3

Zespół Szkół im. Ojca Świętego Jana Pawła II w Niepołomicach

Autorem rozwiązania i wykonawcą systemów zamontowanych w szkole w Niepołomicach jest firma Smay. Systemy wentylacyjne zainstalowano w 6 klasach.

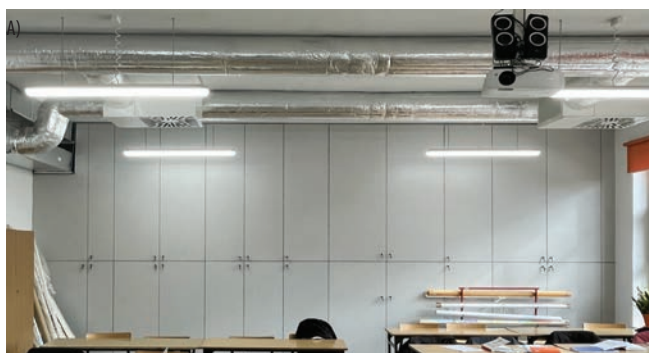
Centrala wentylacyjna w tylnej części pomieszczenia została zintegrowana z zabudową meblową, a o jej wyglądzie zadecydowała dyrekcja szkoły. Powietrze jest dostarczane do sali za pomocą nawiewników wyposażonych w filtry. Wywiew realizowany jest przez kratkę wywiewną.

Szkolny system nadzorujący

Na rysunku 3. przedstawiono dane zarejestrowane w grudniu 2024 r. dotyczące stężenia dwutlenku węgla oraz strumieni powietrza wentylacyjnego w trakcie pracy systemu wentylacji w różnych trybach pracy („Praca”, „Przerwa”, „ECO”, „Wyłączony”). Na rysunku 4. natomiast przedstawiono zarejestrowane dane dotyczące koncentracji pyłów PM_{2,5}.



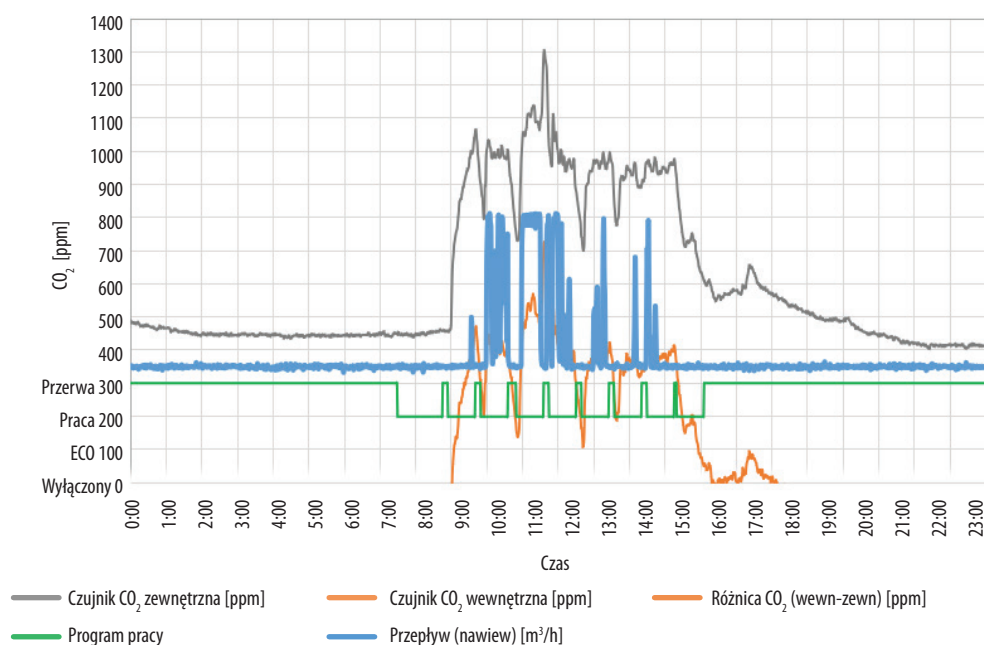
Elewacja szkoły w Niepołomicach z zamontowanymi czerpniami i wyrzutniami powietrza, które zaznaczono czerwonymi strzałkami



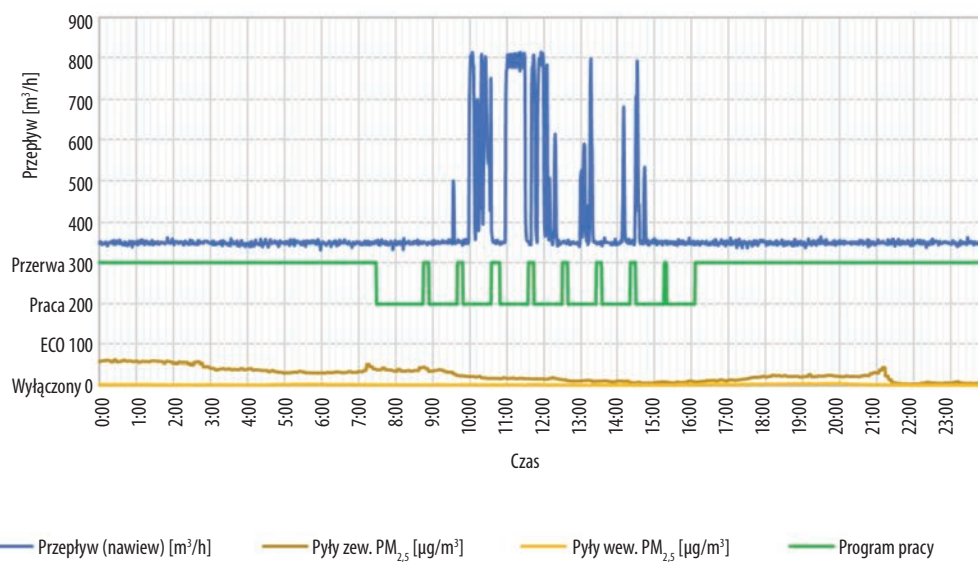
System wentylacji zainstalowany w wybranym pomieszczeniu edukacyjno-wychowawczym w Zespole Szkół w Niepołomicach

A – zabudowa meblowa, za którą znajduje się instalacja wentylacyjna

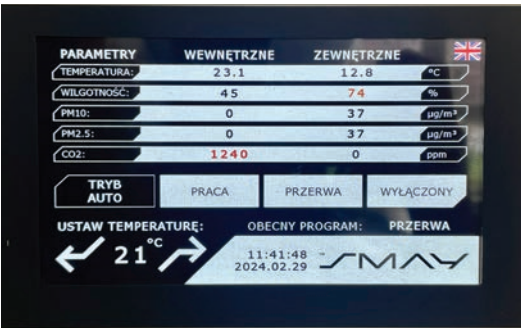
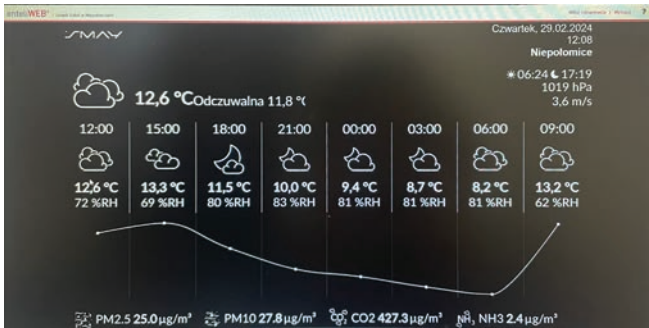
B – za otwartymi drzwiczkami zabudowy widoczna instalacja wentylacyjna



Rys. 3. Zmiana stężenia dwutlenku węgla oraz strumienia powietrza w grudniu w szkole w Niepołomicach



Rys. 4. Zmiana koncentracji pyłów zawieszonych PM_{2.5} w zależności od przepływu powietrza oraz strumienia powietrza w grudniu w szkole w Niepołomicach



Tablica informacyjna zainstalowana w holu szkoły w Niepołomicach oraz panel sterowania znajdujący się w sali lekcyjnej tej samej szkoły

Tabela 2. Zestawienie parametrów powietrza w trakcie dnia pracy w grudniu w szkole w Niepołomicach

Numer lekcji	Godziny zajęć	ΔCO_2	$\text{PM}_{2.5}$ wewnętrzne (średnia)	Zużycie energii
	[gg:mm]	[ppm]	[ug/m³]	[Wh]
1	8:00-8:45	0	1,0	60
2	8:50-9:40	200	2,0	50
3	9:50-10:35	377	1,0	170
4	10:50-11:35	453	1,0	160
5	11:45-12:30	402	1,0	110
6	12:40-13:25	346	1,0	70
7	13:35-14:20	327	1,0	60
8	14:30-15:15	385	1,0	60
9	15:20-16:05	174	2,0	50
10	16:10-16:55	146	2,0	50

Podsumowanie

Zastosowane systemy wentylacyjne pozwalają na dostarczenie do sal lekcyjnych regulowanej ilości strumienia świeżego powietrza zewnętrznego. Powietrze jest dodatkowo filtrowane niezależnie od zanieczyszczenia środowiska zewnętrznego. W pomieszczeniach utrzymano koncentrację stężenia pyłów $\text{PM}_{2.5}$ poniżej stężenia mierzonego na zewnątrz.

Przedstawiciele szkół pozytywnie wypowiadają się na temat poziomu natężenia dźwięku instalacji (podczas badań poniżej 35 dB), który nie przeszkadza w prowadzeniu lekcji i użytkowaniu sal.

Dzięki regulacji temperatury powietrza, realizowanej za pomocą siłowników bezprzewodowych, jak również regulacji temperatury powietrza nawiewanego ogrzewa-

nego niskoemisyjnym źródłem ciepła (pompami ciepła), możliwe jest ograniczenie zapotrzebowania na ciepło.

Mariusz Skwarczyński
Sławomira Dumała
Zuzanna Biernacka

Dział Rozwoju Innowacyjnych Metod Zarządzania Programami
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Zamówienie stanowi część realizowanego przez NCBR projektu pozakonkursowego pn. Podniesienie poziomu innowacyjności gospodarki poprzez wdrożenie nowego modelu finansowania przełomowych projektów badawczych i jest współfinansowane ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, w ramach poddziałania 4.1.3 Innowacyjne metody zarządzania badaniami Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020.



**ZAWSZE
CZYSZTE POWIETRZE**

**HYBRYDOWY
SYSTEM WENTYLACJI
DLA SZKÓŁ**

**W PEŁNI ZINTEGROWANY SYSTEM
WENTYLACJI, OGRZEWANIA
I CHŁODZENIA W JEDNYM**



NOWOŚĆ

Modelowanie CFD – określenie komfortu w salach lekcyjnych

Projektanci wentylacji i klimatyzacji mają coraz większą świadomość, że projektowanie i budowanie obiektów edukacyjnych szybko i tanio wiąże się z mnóstwem pomyłek związanych zarówno z obliczeniami, jak i niewłaściwym doбором systemu HVAC lub złą dystrybucją powietrza. A przecież budynki szkolne i przedszkolne, mimo tego że są uważane za nieskomplikowane, powinny być wykonane nie gorzej niż starannie dopracowane biurowce, ponieważ ich użytkownikami będą najbardziej wyjątkowe osoby na świecie – dzieci.

W przypadku projektowania wentylacji i ogrzewania obiektów edukacyjnych uznaje się, że bardzo istotnymi parametrami są komfort cieplny, jakość powietrza i akustyka, ponieważ mają duży wpływ na zdrowie i samopoczucie młodych i wrażliwych osób, w tym na ich możliwość skupienia się i wydajność. Dzieci pracują cały dzień w rygorze czasu lekcyjnego. Nie mogą, tak jak dorośli, samodzielnie robić przerw ani wychodzić bez pozwolenia nauczyciela podczas lekcji z klasy. Dlatego muszą być przez projektantów potraktowane wyjątkowo. Szczególnie dobry powinien być projekt wentylacji i klimatyzacji. Pomocnym narzędziem projektowym jest analiza CFD, która służy do określenia prawidłowego i optymalnego sposobu rozdziału powietrza w pomieszczeniach. Sprawdza się ona lepiej niż programy doboru nawiewników czy klimawentylokonwektorów.

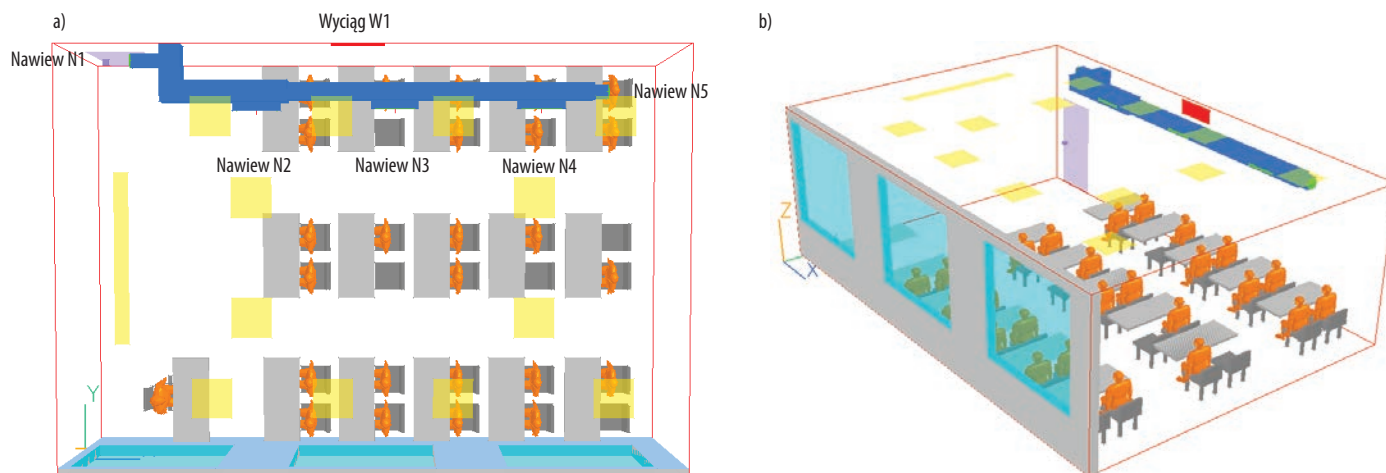
Niestety wymagania dotyczące nowo projektowanych obiektów edukacyjnych w Warszawie wydane w 2021 roku (Załącznik nr 1 do zarządzenia nr 645/2021 Prezydenta m.st. Warszawy z 4.05.2012 r., pt. „Szkoła dobrze zaprojektowana – Standardy architektoniczne i funkcjonalne dla szkół podstawowych i zespołów szkolno-przedszkolnych m.st. Warszawy”) w zakresie systemów HVAC nie są ani obszerne, ani szczegółowe. Zawierają bardzo pobieżne informacje bez podpowiedzi, jak tanio i optymalnie wykonać rozdział powietrza w pomieszczeniach w lecie i zimą. Wiadomo, że im większe okna, tym ryzyko nieutrzymania jednolitej i stałej temperatury w pomieszczeniach rośnie.

W podrozdziale „Przestrzenie edukacji szkolnej – sale lekcyjne” napisano bardzo skromnie: „Parametry komfortu: sale powinny być jasne, a temperatura przez cały czas powinna być jednakowa i kontrolowana”.

Parametry klimatu wewnętrznego w pomieszczeniach sal lekcyjnych zostały określone w podrozdziale „Jakość powietrza”, w którym czytamy: „Wymagana kontrola temperatury w okresie lata w przypadku systemu pomp ciepła z wymiennikiem gruntowym – wartość w lecie 26°C bez wymagań w zakresie wilgotności, wartość temperatury w zimie 20°C z minimalną wilgotnością względną 40%. Wymagana wartość powietrza wentylacyjnego zewnętrznego na osobę w salach lekcyjnych wynosi 30 m³/h ze zbilansowaniem, czyli ilość powietrza nawiewnego równa wywiewanemu”.

Wymagania dotyczące wentylacji określono bardzo ogólnie w podrozdziale „Wentylacja”:

„W celu ograniczenia zużycia energii przez zespoły wentylacyjne powinny one pracować okresowo, jedynie podczas godzin pracy szkoły. Dodatkowo w okresach, w których parametry powietrza zewnętrznego będą spełniać wymagania (zawartość pyłów PM_{2,5}, PM₁₀ oraz temperatura), wentylacja mechaniczna nawiewno-wyciągowa nie powinna pracować. Wentylacja pomieszczeń powinna odbywać się przez przewietrzanie sal (otwarcie okien w czasie przerw lekcyjnych). W sytuacji, kiedy przewietrzanie może nie być skuteczne, system wentylacji mechanicznej powinien pracować jako system wyciągowy (sekcja nawiewna nie będzie pracować). [...] Dla budynków o zwartej bryle preferowany będzie system wentylacji centralnej nawiewno-wywiewnej. Dla obiektów peryferyjnych lub budynków rozległych należy przewidzieć system rozproszony oparty o niezależne systemy wentylacyjne. Zespoły wentylacyjne wyposażone powinny być w autonomiczne układy automatycznej regulacji i sterowania. Systemy wentylacyjne powinny spełniać wymogi normy PN-EN 16798-3:2017-09 – Wentylacja budynków niemieszkalnych”.



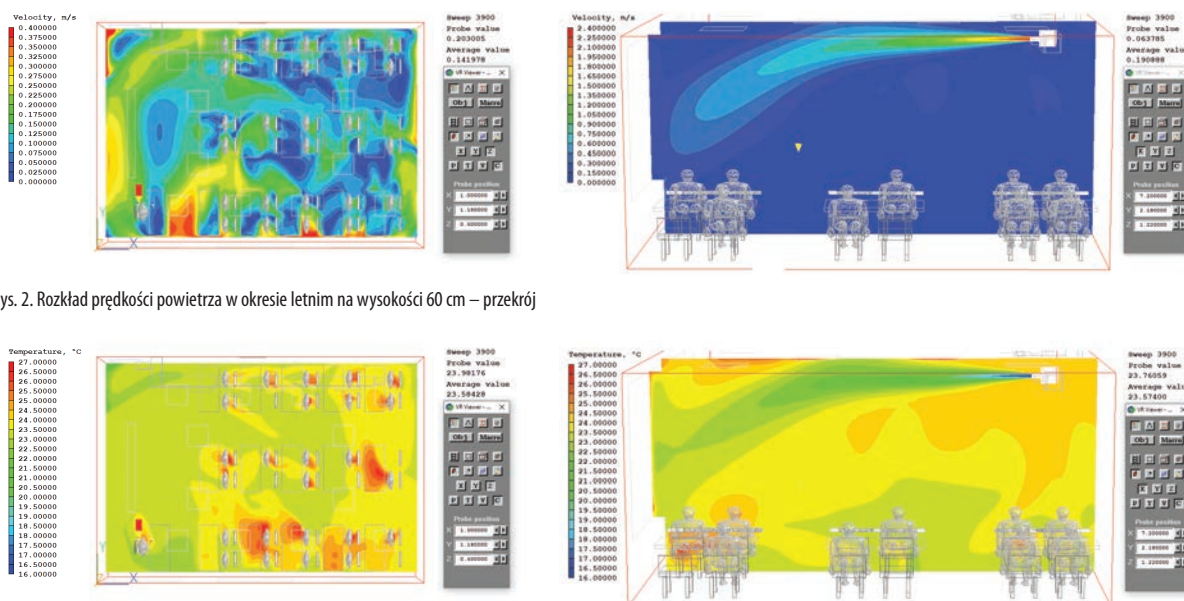
Rys. 1. Sala lekcyjna z nawiewem powietrza wentylacyjnego w kierunku okna, a) – rzut, b) – widok 3D. Parametry powietrza: lato – początkowa temperatura wewnętrzna 26°C, temperatura powietrza nawiewanego 16°C, zima – początkowa temperatura wewnętrzna 21°C, temperatura powietrza nawiewanego 26°C

Z powodu bardzo ogólnych wytycznych projektowych warto więc przy analizowaniu sposobu wentylacji i ogrzewania klas lekcyjnych wspomóc się analizami CFD. Moim zdaniem zamawiający i autorzy tworzący programy funkcjonalno-użytkowe, tzw. PFU oraz założenia projektowe szkół i przedszkoli, powinni wymagać weryfikacji rozwiązań zastosowanych w salach lekcyjnych za pomocą analiz numerycznych CFD w zakresie minimalnym (sprawdzenie przepływów powietrza i rozkładu temperatury w lecie i zimie) lub bardziej zaawansowanym obejmującym obliczenia parametrów komfortu termicznego z PMV, PD, PPD. Z doświadczenia wiem,

że wykonanie obliczeń CFD w zakresie minimalnym dotyczącym sali lekcyjnej w budynku pasywnym zajmuje 2 dni. To wystarczy, aby sprawdzić różne sposoby nawiewu powietrza, jego rozpyły oraz temperaturę (bez parametrów komfortu).

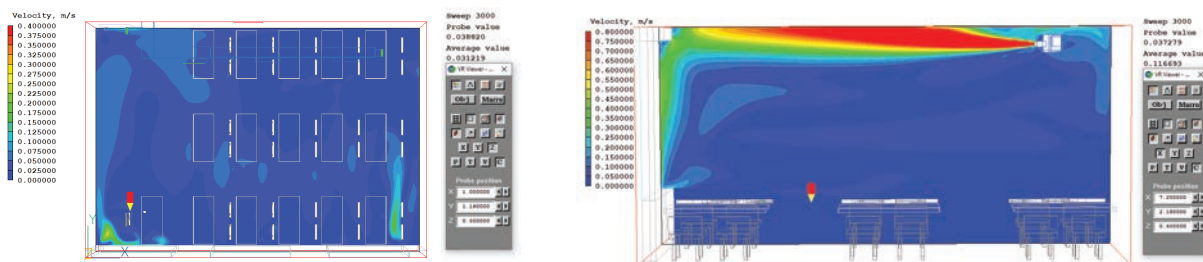
Przykład analiz CFD dotyczące sali lekcyjnej

Analiza dotyczyła klasy o wymiarach: szerokość 650 cm, długość 945 cm i wysokość 315 cm. W pomieszczeniu nie było grzejników podokiennej, ponieważ zastosowano ogrzewanie ciepłym powietrzem wentylacyjnym, a budynek zaprojektowano jako pasywny.

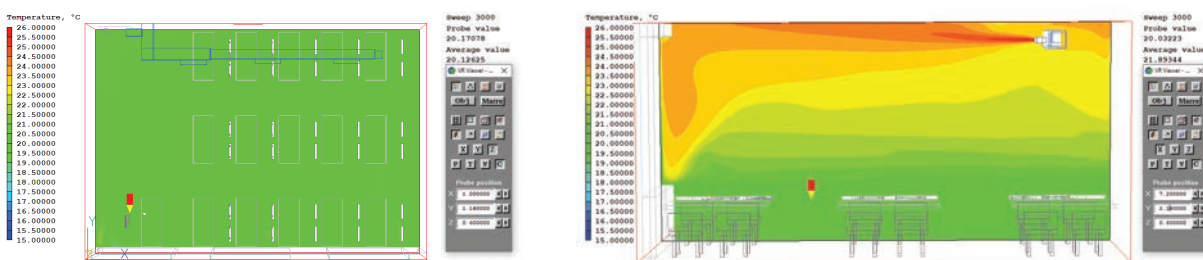


Rys. 2. Rozkład prędkości powietrza w okresie letnim na wysokości 60 cm – przekrój

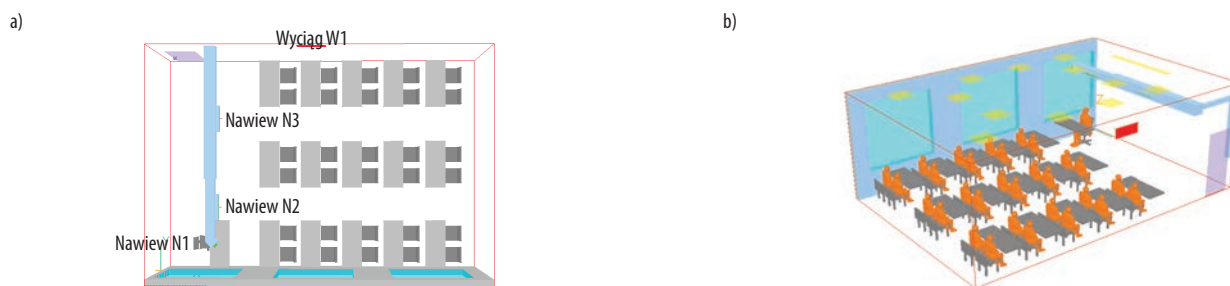
Rys. 3. Rozkład temperatury powietrza w okresie letnim na wysokości 60 cm – przekrój



Rys. 4. Rozkład prędkości powietrza w okresie zimowym na wysokości 60 cm w sali lekcyjnej, w której nie przebywają dzieci – przekrój



Rys. 5. Rozkład temperatury powietrza w okresie zimowym na wysokości 60 cm w sali lekcyjnej, w której nie przebywają dzieci – przekrój



Rys. 6. Modelowanie w okresie zimy dla klasy lekcyjnej w wersji z kanałem i kratkami nawiewnymi skierowanymi równoległe do okien. a) rzut, b) widok 3D. Parametry powietrza: zima – początkowa temperatura wewnętrzna 21°C, temperatura powietrza nawiewanego 29°C

Rysunki pokazują modelowanie w lecie i zimie w klasie lekcyjnej w wersji z kanałem i kratkami nawiewnymi skierowanymi na okna.

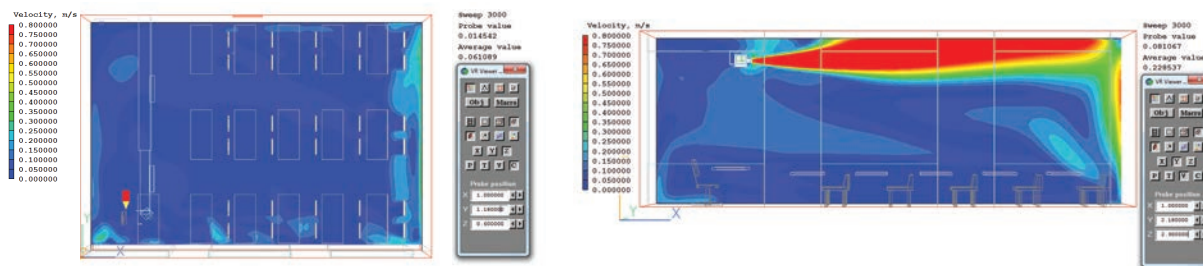
Wnioski

Aby uzyskać bardziej jednolity rozkład temperatury w pomieszczeniach, taki, który umożliwia lepszą regulację temperatury wewnętrznej, bardzo korzystne jest skierowanie nawiewów powietrza na okna oraz zaprojektowanie większej liczby krutek nawiewnych. Dzięki temu uzyskuje się równomierny rozkład powietrza, które przepływa z mniejszą prędkością. To rzutuje na poprawę komfortu akustycznego i termicznego w sali lekcyjnej. Dodatkowo możliwe jest zaprojektowanie większych okien zapewniających doprowadzenie dużej ilości światła naturalnego. Na ten element szczególną uwagę zwracają autorzy poradnika przedstawiającego standardy architektoniczne i funkcjonalne dotyczące

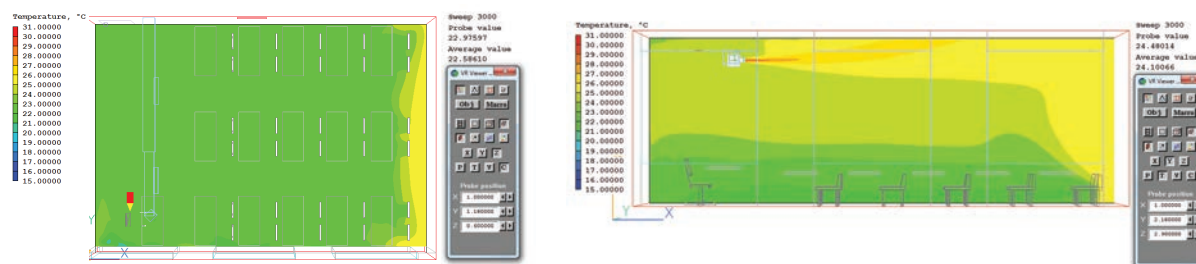
budynków edukacyjnych (Załącznik nr 1 do zarządzenia nr 645/2021 Prezydenta m.st. Warszawy z 4.05.2012 r., pt. „Szkoła dobrze zaprojektowana – Standardy architektoniczne i funkcjonalne dla szkół podstawowych i zespołów szkolno-przedszkolnych m.st. Warszawy”).

Tylko po wykonaniu modelowania CFD warunków komfortu termicznego (z PMV, PPD, PD) otrzyma się bardzo dokładną wizualizację, czy projekt wykonano prawidłowo czy nie. Zobaczy się obszary, w których wentylacja działa źle, a także te przegrzane lub niedogrzone, oceni przewymiarowanie lub niedowymiarowanie urządzeń i poprawność dobranych elementów wentylacyjnych w warunkach odwzorowujących te rzeczywiste, bez konieczności budowania kosztowego modelu pomieszczenia w skali 1:1.

Analiza CFD służy zweryfikowaniu zasięgów i rozprzysięgu strumienia powietrza, które mogą być zakłócone przez m.in. wewnętrzne strumienie konwekcyjne po-



Rys. 7. Rozkład prędkości powietrza w okresie zimowym na wysokości 60 cm w sali lekcyjnej, w której nie przebywają dzieci – przekrój



Rys. 8. Rozkład temperatury powietrza w okresie zimowym na wysokości 60 cm w sali lekcyjnej, w której nie przebywają dzieci – przekrój

chodzące od źródeł zysków ciepła. Jednak, aby wykonać taką analizę, projekt instalacji i architektury musi być już na zaawansowanym poziomie. Najlepszym momentem jest etap projektu przetargowego, gdy wykonane są już doборы wszystkich urządzeń i parametrów instalacji. Dzięki modelowaniu CFD można określić parametry referencyjne poszczególnych urządzeń.

Etap projektu koncepcyjnego lub budowlanego nie jest właściwy ze względu na „zgrubne” wykonanie wielu obliczeń. Należy pamiętać, że w fazie projektu technicznego jest już za późno na wprowadzenie ważnych zmian, gdyby te okazały się konieczne.

Wykonywanie obliczeń, wymiarowanie wentylacji i weryfikacja nie jest łatwym zadaniem, stąd należy przypomnieć o konieczności posiadania niezbędnych uprawnień budowlanych przez osoby, które chcą takie działania podjąć. Ustawodawca w polskich przepisach budowlanych (Dz.U. z 2024 poz. 725) w rozdziale 2, artykule nr 12 mówi:

- 1) ust.1: „Za samodzielną funkcję techniczną w budownictwie uważa się działalność związaną z koniecznością fachowej oceny zjawisk technicznych lub samodzielnego rozwiązania zagadnień architektonicznych i technicznych oraz techniczno-organizacyjnych”;
- 2) ust. 2: „Samodzielne funkcje techniczne w budownictwie, określone w ust. 1 pkt 1÷5, mogą wykonywać wyłącznie osoby posiadające odpowiednie wykształcenie techniczne i praktykę zawodową, dostosowane do rodzaju, stopnia skomplikowania

działalności i innych wymagań związanych z wykonywaną funkcją, stwierdzone decyzją, zwaną dalej *uprawnieniami budowlanymi*, wydaną przez organ samorządu zawodowego”.

Z kolei w opinii Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa wyrażonej w piśmie z 2012 r. nr KK-051-0217(4)/12 napisano: „Generalnie można jednak przyjąć, że jeżeli komputerowe symulacje CFD na potrzeby instalacji oddymiającej stanowią element projektu architektoniczno-budowlanego powinny zostać sporządzone przez osoby z uprawnieniami budowlanymi w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń cieplnych, wentylacyjnych, gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych”.

Moim zdaniem wykonywanie tak odpowiedzialnych zadań przez osoby nieposiadające uprawnień budowlanych mogą być podstawą do niewypłacenia przez ubezpieczyciela odszkodowania właścicielowi czy też użytkownikowi obiektu w przypadku wystąpienia problemów technicznych lub błędów projektowych.

Marek Magdziarz

Projektant wentylacji

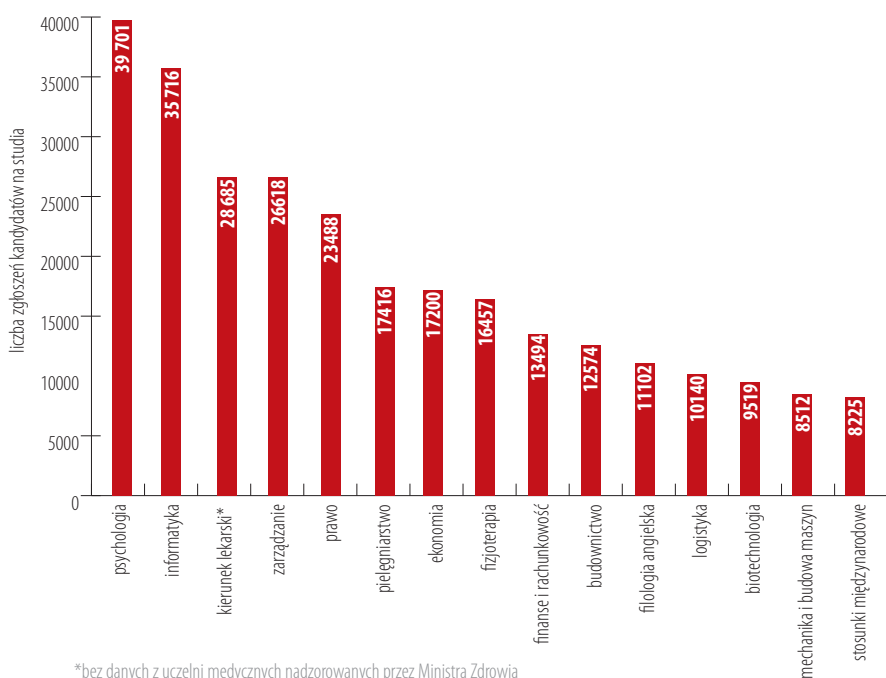
Autor symulacji CFD

Gdzie znikają kandydaci do pracy w zawodzie inżyniera?



fot. abdulmoizjaangda | AdobeStock

Jako pracodawca obserwuję coraz większą trudność w pozyskaniu kandydatów do pracy. Gdzie jest młodzież, która jeszcze 10 lat temu zalewała nas podaniami o pracę po zakończeniu studiów? Na stronie Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego można znaleźć ciekawe statystyki. Według zestawienia liczby zgłoszeń na studia w roku akademickim 2024/2025 z podziałem na kierunki budownictwo nie jest uważane za dobrze rokującą profesję.



*bez danych z uczelni medycznych nadzorowanych przez Ministra Zdrowia

Informacja o wynikach rekrutacji na studia na rok akademicki 2024/2025 w uczelniach nadzorowanych przez Ministra Nauki, źródło: <https://www.gov.pl/web/nauka/informacja-o-wynikach-rekrutacji-na-studia-na-rok-akademicki-20242025-w-uczelniach-nadzorowanych-przez-ministra-nauki>

Gdyby powszechnie znana była informacja, że mój zięć psycholog we własnym gabinecie 3 lata po studiach zarabia dwa razy więcej niż jego teść po 30 latach pracy jako projektant instalacji sanitarnych we własnym 10-osobowym biurze, to budownictwo nie utrzymałoby nawet 10. pozycji.

Ciekawe i wiele mówiące o postrzeganiu zawodu inżyniera budownictwa jest zestawienie dyscyplin i kierunków studiów według liczby zgłoszeń kandydatów na jedno miejsce. Sklasyfikowano 162 kierunki, w których wystąpiło 5 i więcej zgłoszeń. Na pierwszym miejscu uplasowało się projektowanie i logistyka materiałów – 77 zgłoszeń, na drugim orientalistyka – japonistyka – 22 zgłoszenia. Architekturę i kierunki budownictwa wyprzedza nawet projektowanie gier historycznych i sztuka kreatywnego pisania, a w zasadzie wyprzedzają naszą branżę wszystkie 162 dyscypliny i kierunki, ponieważ... w tym zestawieniu nie występujemy w ogóle.

Na potrzeby tego felietonu pozyskałem przy pomocy redakcji „Cyrkulacji” i Podlaskiej Okręgowej Izby Inżynierów zestawienia rekrutacji z kilku szkół wyższych w Polsce. Interesowała mnie liczba osób przyjętych na

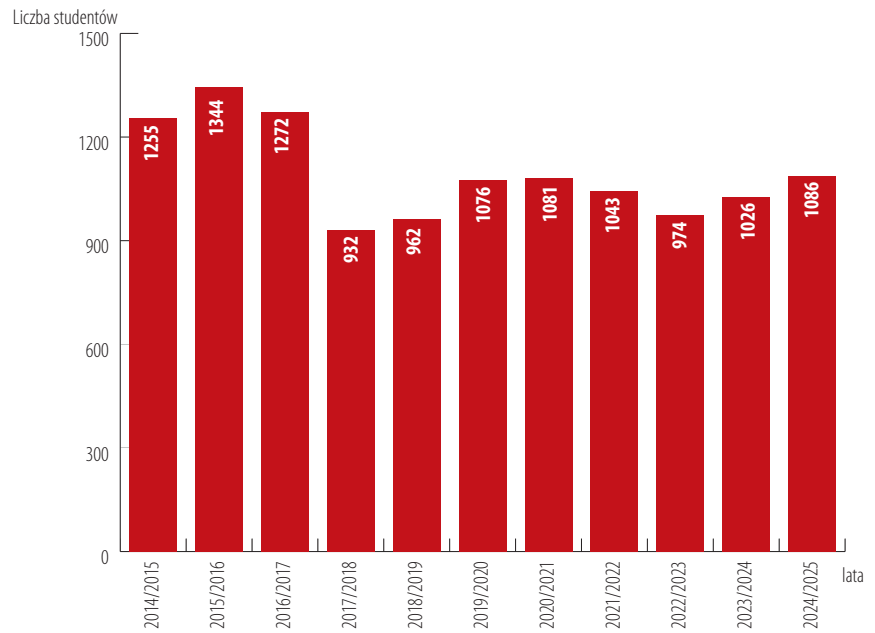
studia pierwszego stopnia na kierunki umożliwiające absolwentom pełnienie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie w specjalnościach określonych w art. 14 ust. 1 ustawy z 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane. By nie przeciążać czytelnika nadmiarem statystyk, publikuję tylko dwa podsumowania, przekrojowe w tym sensie, że dotyczą szkół wyższych zlokalizowanych na dwóch końcach przekątnej naszego kraju – w Białymstoku i Wrocławiu. Reprezentują odmienne regiony Polski, ale czy pokażą te same trendy? Zacznę od danych z Politechniki Białostockiej.

Łączna liczba studentów na pierwszych latach objętych zestawieniem kierunków w aktualnym roku akademickim zmalała w stosunku do wartości szczytowej z ostatnich 10 lat o 19%, ale w stosunku do wartości szczytowej z ostatnich 5 lat się nie zmieniła. Wydawałoby się, że nie ma powodu do niepokoju. Gdy jednak przyjrzeć się zmianom na poszczególnych kierunkach wyłania się dokładniejszy obraz sytuacji.

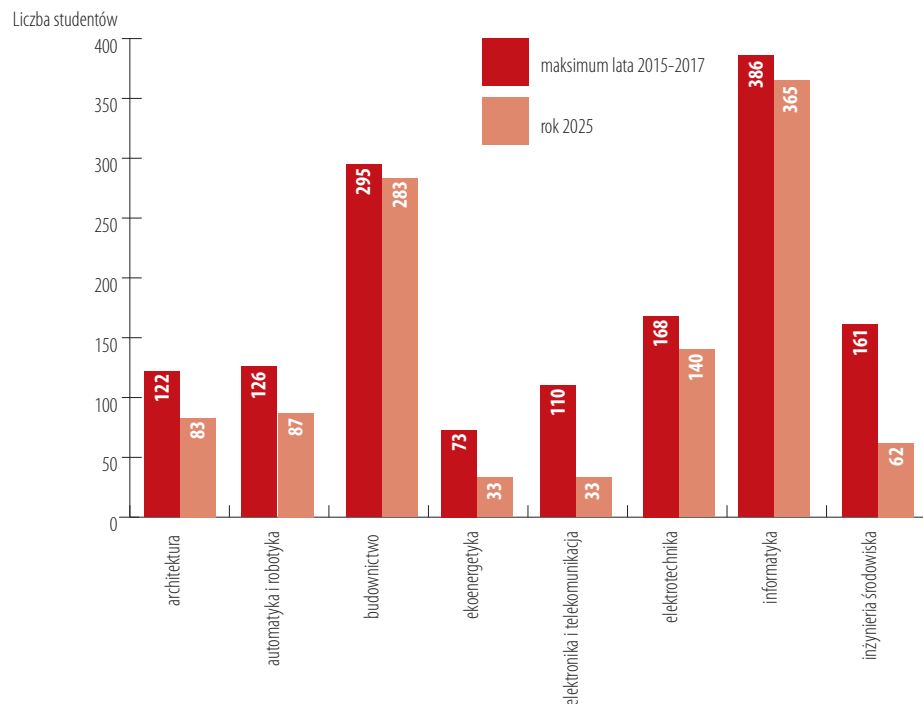
Wszystkie kierunki odnotowały w ciągu 10 lat istotne spadki z wyjątkiem budownictwa (na szczęście) i informatyki (co jest zgodne z duchem czasów). Największy spadek odnotowały kierunki kształcące przyszłych inżynierów w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń telekomunikacyjnych, sanitarnych (cieplnych, wentylacyjnych, gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych), elektrycznych i elektroenergetycznych. Czyżby kandydaci na studia zapoznali się z raportem „Analiza wynagrodzeń inżynierów z uprawnieniami budowlanymi” – Inżynier Budownictwa 21.10.2024?

Dane z Politechniki Wrocławskiej obejmują krótszy okres, mianowicie lata akademickie od 2020/2021 do 2024/2025. Łączna liczba studentów na pierwszych latach objętych zestawieniem kierunków w aktualnym roku akademickim zmalała w stosunku do wartości szczytowej z ostatnich 5 lat o 12%.

Niestety zestawienia z obu szkół różnią się zakresem lat akademickich i zestawieniem kierunków, lecz w obu wypadkach widać mniejsze zainteresowanie studiami politechnicznymi, szczególnie w zakresie architektury oraz instalacji sanitarnych i elektrycznych. Dosyć dobrze trzyma się kierunek ogólnobudowlany, po którym łatwo jest zdobyć pracę, a wynagrodzenie jeszcze jest atrakcyjne, szczególnie w firmach wykonawczych z dużych miast. Dziwi drastyczny spadek studentów kierunku automatyka i robotyka w obu szkołach. Czyżby świat opisywany przez Marcina Wolskiego w „Matriarchacie” miał nigdy nie nadejść?

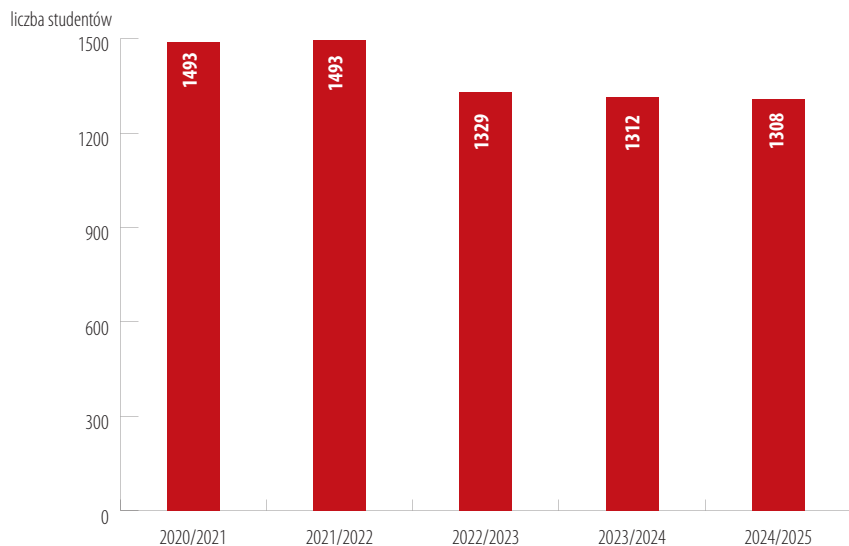


Łączna liczba studentów pierwszego roku studiów pierwszego stopnia w poszczególnych latach w Politechnice Białostockiej

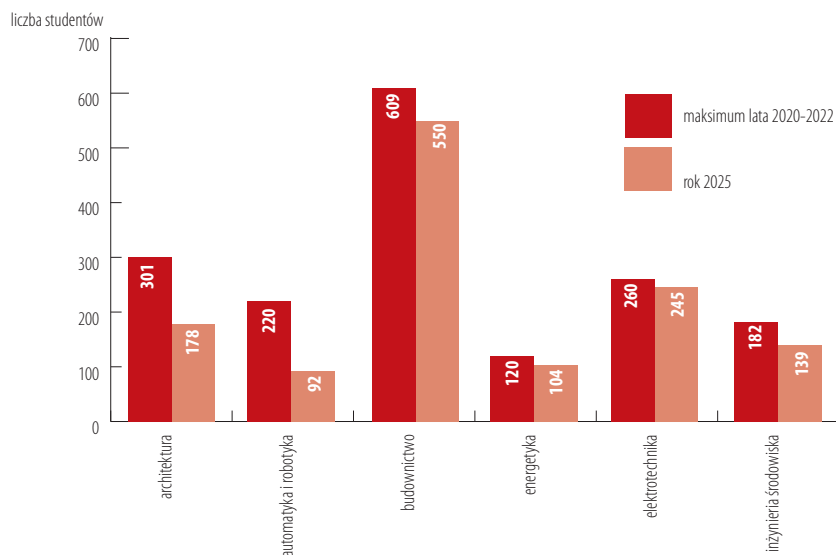


Zestawienie zmiany liczby studentów na pierwszym roku danego kierunku w bieżącym roku akademickim w stosunku do wartości maksymalnych występujących zwykle na początku 10-letniego zestawienia

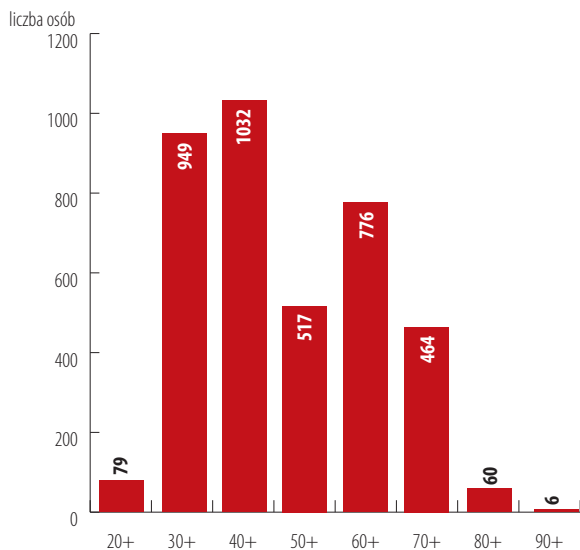
W jaki sposób przyciągnąć młodzież do zawodu inżyniera? Pieniędźmi. Nie mydlmy oczu, że ich niedobór zastąpią gratyfikacje pozafinansowe: elastyczny czas pracy, możliwość pracy zdalnej, wyjazdy integracyjne, owoce w biurze i zdrowe przekąski, paczki dla dzieci, programy kafeteryjne, karnety do klubów fitness i dodatkowe ubezpieczenie medyczne. Przeżyłem epokę bogatą w erzace, sztuczny miód i wyroby czekoladopodobne. Nic nie przebije magii pieniądza. Tylko skąd go wziąć?



Łączna liczba studentów pierwszego roku studiów pierwszego stopnia w poszczególnych latach w Politechnice Wrocławskiej



Zestawienie zmiany liczby studentów na pierwszym roku danego kierunku w bieżącym roku akademickim w stosunku do wartości maksymalnych z okresu 5-letniego



Wiek czynnych członków Podlaskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w 2024 roku

Pogarszająca się sytuacja finansowa, szczególnie pracowni projektowania budowlanego, wydaje się faktem. Podlaska Okręgowa Izba Inżynierów budownictwa zamieściła [ankietę](#) dostępną na swoim portalu. Celem jest zdiagnozowanie problemu i szukanie dróg wyjścia.

Doroczny raport Autodesk 2024 State of Design&Make, wykorzystujący wyniki badań ankietowych firm zajmujących się szeroko rozumianym projektowaniem i produkcją, informuje, że „talent jest obecnie na drugim miejscu po kontroli kosztów, pozostaje on męczący i trudny do rozwiązania”. Przy czym pod terminem „talent” w badaniu rozumie się pozyskanie kwalifikowanych pracowników, podnoszenie ich kwalifikacji, motywacji i związanie z firmą. „Zatrudnienie i utrzymanie utalentowanych inżynierów nadal stanowi wyzwanie – szczególnie jeśli chodzi o łączenie narzędzi cyfrowych z procesami inżynieryjnymi i budowlanymi”. Badania obejmują wiele krajów z wyłączeniem postkomunistycznych. Dawniej w tak zwanym wolnym świecie postrzeganie roli architekta i inżyniera w społeczeństwie oraz ich pozycja ekonomiczna stały na wysokim poziomie. W Polsce „wyszkolonych” nadal traktuje się podobnie jak w PRL-u, chociaż mój tata, pracując w państwowych biurach projektów, miał więcej wolnego czasu i pieniędzy niż ja. Być może brak zainteresowania zawodami technicznymi na zachodzie wynika ze zmiany mentalności pokolenia wchodzącego w dorosłość. Trafnie opisał to Michael Hopf w powieści „The End” – „Trudne czasy tworzą silnych ludzi, silni ludzie tworzą dobre czasy, dobre czasy tworzą słabych ludzi, a słabi ludzie tworzą trudne czasy”. Do której fazy cyklu zmierzamy obecnie?

W Podlaskiej Okręgowej Izbie Inżynierów Budownictwa zarejestrowanych jest 3883 członków, a 47% jest w wieku 50 plus. Inżynierowie są raczej dobrzy z rachunków, więc proszę we własnym zakresie ekstrapolować trend kształcenia szczególnie instalatorów sanitarnych i elektrycznych (najgorzej opłacanych specjalności budowlanych) na liczbę czynnych zawodowo inżynierów za 15 lat i zestawić to z potrzebami sektora budowlanego.

Jacek Szumski
www.isanitarnie.pl

Barometr zdrowych budynków

Jak budować obiekty zrównoważone i odporne na zmiany klimatu

Klimat wewnętrzny ma ogromny wpływ na samopoczucie i efektywność pracy – często w sposób, z którego nie wszyscy zdają sobie sprawę. Próbą opisania złożoności problemu jest definicja zdrowego budynku. Wciąż jednak brakuje kompleksowej ewidencji odpowiednich danych we wszystkich krajach UE. Skutkuje to brakiem możliwości monitorowania stanu zasobów budowlanych.



fot. Pete | Adobe Stock

Z poprzednich edycji Barometru zdrowych budynków wiadomo, że, jedna czwarta mieszkańców Europy żyje w budynkach, w których jakość klimatu wewnętrznego jest bardzo niska, a ich użytkownicy narażeni są na nadmierny hałas, wilgoć, pleśń. Część osób nie ma dostępu do wystarczającej ilości światła dziennego, czy możliwości utrzymania komfortowej temperatury. Aby zrozumieć, jakie korzyści ludziom, społeczeństwu i środowisku dają zdrowe i zrównoważone budynki, niezbędna jest analiza stanu obiektów w całej Europie.

Jak wynika z najnowszego badania Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), polityka wspierająca inwestowanie w budownictwo mieszkaniowe miałaby większy wpływ na zdrowie ludzi niż bezpośrednie inwestycje w zdrowie. Liczy się nawet niedługi, trwający od dwóch do czterech lat okres. Analiza ujawnia bardzo istotny wpływ podniesienia wydatków publicznych na mieszkalnictwo i udogodnienia o 1% PKB – takie rozwiązanie miałoby bardziej zauważalny wpływ na zdrowie niż zmniejszenie bezrobocia, zwiększenie wydatków na ochronę socjalną i programy rynku pracy.

» Długoterminowa strategia renowacji budynków – wspieranie renowacji krajowego zasobu budowlanego

Bieżący serwis i konserwacja, zapewniające prawidłowe funkcjonowanie elementów odpowiedzialnych za straty i zużycie energii w obszarze HVAC powinny zapewnić:

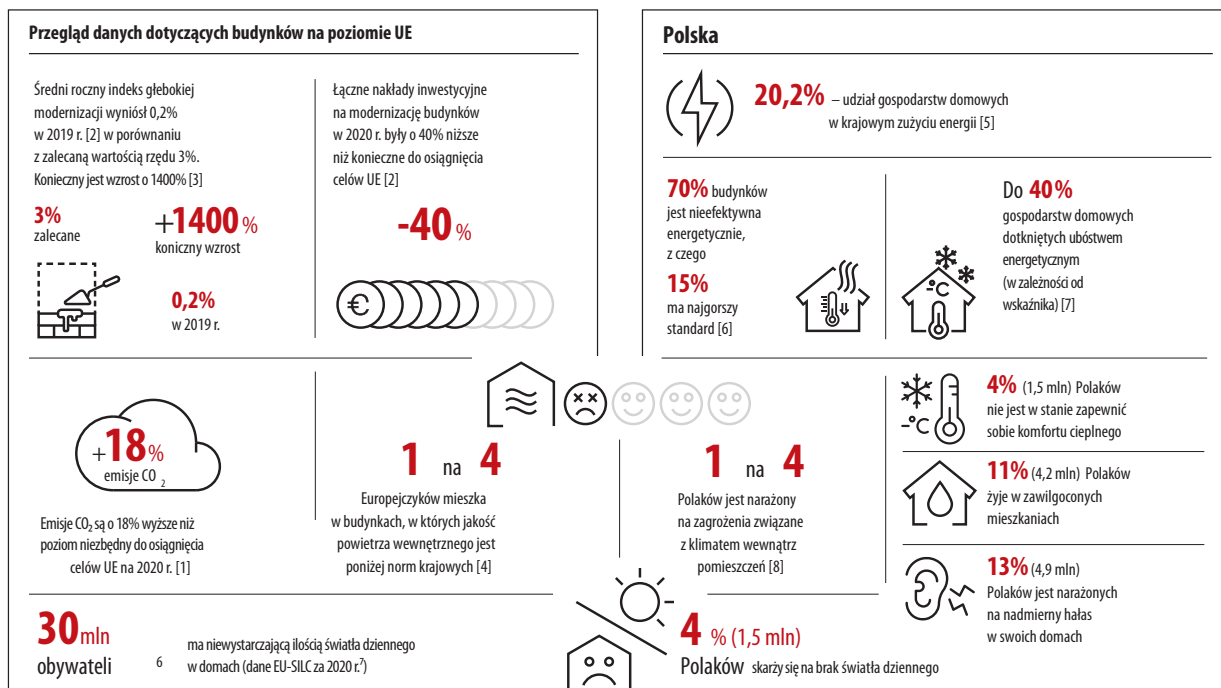
- » utrzymanie odpowiedniej jakości elementów i wyposażenia instalacji chłodniczych, wentylacyjnych (i technologicznych), w szczególności elementów i urządzeń regulacyjnych – zaworów, siłowników, czujników oraz urządzeń pomiarowych, służących do monitoringu zużycia energii,
- » kontrolę poprawności działania algorytmów regulujących pracę instalacji i urządzeń,
- » likwidację wycieków i nieszczelności instalacji (w budynkach przemysłowych wszystkich instalacji – grzewczych, c.w.u., technologicznych, chłodniczych, sprężonego powietrza, wentylacyjnych).

Wśród działań z zakresu branży HVAC niewymagających dużych nakładów, które pozwalają na uzyskanie znacznych oszczędności w zużyciu energii w dokumencie wymieniono następujące działania:

- » wymiana lub instalowanie elementów i wyposażenia regulacyjnego instalacji umożliwiających lepszą regulację pracy,
- » opracowanie i stosowanie harmonogramów pracy instalacji wentylacji, klimatyzacji, stosownie do potrzeb i wykorzystania pomieszczeń lub realizacji procesu produkcyjnego,
- » prostsze przypadki wykorzystania ciepła odpadowego z procesów technologicznych (np. z chłodzenia agregatów chłodniczych, chłodzenia sprężarek czy chłodzenia produktów),
- » wykorzystanie możliwości bezpośredniego chłodzenia pomieszczeń bez użycia agregatów i instalacji chłodniczych.

W Polsce przyjęto „Długoterminową strategię renowacji budynków”, która zakłada intensyfikację prac termomodernizacyjnych (zarówno termomodernizacji płytkiej, jak i głębokiej) na poziomie ok. 3,8% budynków rocznie. Powinno to skutkować przeprowadzeniem do 2050 r. ok. 7,5 mln termomodernizacji, przy czym 4,7 mln budynków powinno zostać poddane głębokiej termomodernizacji. W wyniku tych działań do 2050 r. 65% budynków powinno osiągnąć wskaźnik EP (jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną) nie większy niż 50 kWh/(m²·rok). Powyższy plan wpisuje się w długoterminowy cel UE na 2050 r., zakładający zredukowanie emisji gazów cieplarnianych o 80÷95% w porównaniu z 1990 r.

Informacje o budynkach w UE są często niedostępne, niekompletne i przede wszystkim nieregularnie weryfikowane. Większość dotyczy tylko gospodarstw domowych, a więc wyłącznie budynków mieszkalnych. To sprawia, że systematyczne śledzenie informacji na temat wszystkich typów budynków jest praktycznie niemożliwe. Dostępność i jakość danych różnią się znacząco między poszczególnymi państwami członkowskimi UE, przez co trudno o całościowy obraz. Wyraźnie pokazuje to konieczność uwzględnienia zdrowych budynków w ewidencji danych na szczeblu unijnym i krajowym, wykorzystując do tego zarówno istniejące zasoby, jak i tworząc nowe sposoby pozyskiwania informacji.



[1] BPIE, 'EU Buildings Climate Tracker 2nd Edition: A call for faster and bolder action', BPIE, 2023. [Online]. Available: https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2023/11/EU-Buildings-Climate-Tracker_2nd-edition.pdf

[2] European Commission. Directorate General for Energy, IPSOS, and Navigant, 'Comprehensive study of building energy renovation activities and the uptake of nearly zero-energy buildings in the EU: final report'. LU: Publications Office, 2019. [Online]. Available: <https://data.europa.eu/doi/10.2833/14675>

[3] BPIE, 'How to design fair and effective minimum energy performance standards', [Online]. Available: <https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2023/05/Minimum-energy-performance-standards-2023-Final.pdf>

[4] A. Asikainen et al., 'The Proportion of Residences in European Countries with Ventilation Rates below the Regulation Based Limit Value', Int. J. Vent., vol. 12, no. 2, pp. 129–134, Sep. 2013, doi: 10.1080/14733315.2013.11684007.

[5] Zużycie nośników energii w gospodarstwach domowych w 2021 r., GUS, 2024.

[6] Długoterminowa strategia renowacji budynków, 2022

[7] Lipiński, K., Juszczak, A. (2023), Cztery oblicza ubóstwa energetycznego. Polskie gospodarstwa domowe w czasie kryzysu 2021–2023, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa.

[8] Barometr zdrowych domów, VII edycja, 2022 r.

Kluczowe statystyki dotyczące zdrowia publicznego i budownictwa na poziomie UE wskazują, że stan budynków oraz zdrowie ich użytkowników nie uległy poprawie w ciągu ostatnich lat. W budynkach nadal zużywa się zbyt dużo energii, emituje za wiele gazów cieplarnianych, zaś liczba inwestycji mająca na celu poprawę efektywności energetycznej maleje, co skutkuje coraz niższym rocznym wskaźnikiem renowacji. Konieczne są bezzwłoczne działania na szczeblu UE i państw członkowskich, aby wprowadzić politykę i przepisy, które uwzględniają wielowymiarowe podejście do zdrowia, zrównoważonego rozwoju i odporności na zmiany klimatu i traktują je jako kluczowe przy podejmowaniu decyzji. Wciąż brakuje zintegrowanego i strategicznego podejścia do tematu zdrowia użytkowników budynków. W dokumencie Komisji Europejskiej – „Fala renowacji” zaproponowano podwojenie wskaźnika modernizacji zasobów budynków, ale jest to wciąż niewystarczające. W takim tempie dekarbonizacja sektora zajęłaby ponad sto lat. Obecny wskaźnik głębokiej modernizacji na poziomie 0,2% w całej UE nie ma praktycznie wpływu na realizację celów klimatycznych.

W Polsce zgodnie ze scenariuszem rekomendowanym w długoterminowej strategii renowacji tempo modernizacji energetycznej powinno przyspieszyć czterokrotnie. Poziom inwestycji w zakresie modernizacji energetycznej budynków musi pokryć lukę między faktycznym wskaźnikiem renowacji a tempem umożliwiającym osiągnięcie neutralności klimatycznej. Luka ta na poziomie UE wynosi 1,4 mld euro. Zgodnie ze znowelizowaną dyrektywą EPBD wszystkie nowo powstające od roku 2030 budynki mają być zeroemisyjne i wyposażone w odnawialne źródła energii. Muszą mieć także policzony potencjał tworzenia efektu cieplarnianego (GWP) w całym cyklu życia.

Niska jakość powietrza wewnętrznego spowodowana nieodpowiednim poziomem wymiany powietrza i/lub niewłaściwie eksploatowanymi instalacjami HVAC może powodować wzrost w powietrzu zanieczyszczeń, takich jak radon, toksyczne lotne związki organiczne (TLZO) czy drobnoustroje. Termomodernizacja służąca poprawie izolacji i szczelności budynków, bez uwzględnienia odpowiedniej wentylacji, może prowadzić do problemów z wilgocią i zagrzybieniem. Negatywny wpływ budynków na zdrowie może przejawiać się szerokim zakresem problemów zdrowotnych na każdym etapie życia – od łagodnych po poważne. Mogą pojawić się problemy z oddychaniem i choroby skóry, bóle głowy, alergie, ale również problemy ze zdrowiem psychicznym, czy wspomniane już niebezpieczne skutki skrajnej temperatury.

W Polsce statystyki wyglądają nieco lepiej niż średnia europejska, ale wciąż koszty mieszkaniowe mają wysoki udział w domowych budżetach – niespełna 29% gospodarstw o niskich dochodach i niecałe 6% wszystkich

Polaków wydaje ponad 40% swoich dochodów na wspomniane koszty związane z mieszkaniem. Według danych EUROSTAT wydatki związane z utrzymaniem mieszkań i domów, w tym zakup energii, stanowiły w roku 2021 średnio ok. 19,3% całkowitych wydatków polskich gospodarstw domowych. W badaniu Eurobarometru (2022) ponad 80% respondentów przyznało, że rosnące ceny energii mają znaczący wpływ na ich siłę nabywczą.

Efektywne i zdrowe budynki to szereg korzyści, zarówno ekonomicznych, jak i środowiskowych oraz społecznych. Dzięki dobrze opracowanym programom wsparcia modernizacji budynków można by stworzyć od 200 tys. do 500 tys. miejsc pracy rocznie w całej UE. W samej Polsce mówi się o ok. 100 tys. bezpośrednich i 200 tys. pośrednich (w innych branżach gospodarki) nowych miejscach pracy. **W Polsce skumulowane korzyści ekonomiczne wynikające z ograniczenia zagrożeń związanych z klimatem we wnętrzu pomieszczeń mogłyby wynieść nawet 17 mld euro do roku 2050. Oszczędności te związane byłyby z mniejszymi kosztami opieki zdrowotnej, mniejszą absencją pracowników oraz lepszą efektywnością ich pracy.** Modernizacja wszystkich budynków mieszkalnych w UE do poziomu efektywnych energetycznie pozwoliłaby zaoszczędzić 44% energii końcowej na ogrzewanie pomieszczeń. Istotna redukcja emisyjności sektora nowych budynków jest zadaniem wykonalnym — dzięki odpowiedniemu podejściu do projektowania można obniżyć wbudowany ślad węglowy nawet o 41%, przy jednoczesnej redukcji kosztów budowy o 9%. Dodatkowo poprawa efektywności energetycznej procesu produkcji materiałów i samej budowy ma potencjał obniżenia kosztów o 15%.

Odporność i adaptacja do zmian klimatu

Projektowane i budowane obiekty powinny być odporne na wyzwania związane ze środowiskiem naturalnym, takie jak ekstrema pogodowe i klęski żywiołowe oraz zmiany klimatu. W skład działań, które są rekomendowane, wchodzi m.in. odpowiednio dostosowane do potrzeb chłodzenie budynków. Obejmuje ono zarówno aktywne (mechaniczne), jak i pasywne (naturalne) metody adaptacji do zmian klimatu i nieprzewidzianych zdarzeń, takich jak pandemia. Poprawa klimatu wewnętrznego powinna być celem wszystkich modernizacji energetycznych istniejących budynków.

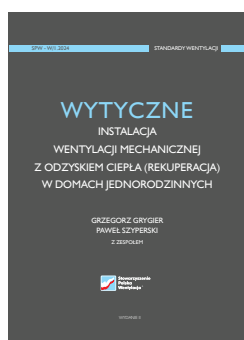
Przed Polską dwa lata na implementację zapisów. Należy postawić na kompleksowe działania, które umożliwią ograniczenie strat energii przez przegrody zewnętrzne, pozwolą na optymalizację pracy systemów technicznych, zastosowanie efektywnych i czystych źródeł ciepła oraz poprawę parametrów klimatu wewnątrz pomieszczeń i wpływu budynków na zdrowie, a także samopoczucie ich użytkowników.

Na podstawie VIII edycji Barometru opracowanej przez think-tank Buildings Performance Institute Europe (BPIE), przy współpracy z Grupą VELUX



Klasyfikacja filtrów do wentylacji ogólnej

Wytyczne Stowarzyszenia Polska Wentylacja



„Wytyczne” stanowią praktyczny poradnik o tym, jak zaprojektować, zbudować i skontrolować dobrą instalację wentylacji mechanicznej. Zostały przygotowywane przede wszystkim z myślą o dwóch grupach odbiorców: instalatorach zajmujących się montażem instalacji wentylacyjnych w domach jednorodzinnych oraz inwestorach.

Filtry powietrza

Zazwyczaj montowane są w centrali wentylacyjnej, spotykane również w formie urządzeń kanałowych, w charakterze drugiego stopnia oczyszczania powietrza. Stosowane są w celu zapewnienia odpowiedniej jakości powietrza nawiewanego do pomieszczeń oraz zabezpieczenia urządzenia przed zanieczyszczeniami wywiewanymi z budynku.

Oznaczenia filtrów

Na rynku równolegle funkcjonują dwa rodzaje oznaczeń filtrów:

- wg PN-EN 779 – skala G1-F9, w której litera oznacza grupę filtrów: zgrubne (G), średnie (M), dokładne (F),

a cyfra określa poziom średniej skuteczności filtracji, przy tym jest to tylko uszeregowanie, nieniosące wprost informacji na temat skuteczności filtracji,

- wg PN-EN ISO 16890 – składające się z oznaczenia frakcji pyłów (zgrubne – **coarse**, ePM₁, ePM_{2,5}, ePM₁₀) oraz procentowo określonej dla tej frakcji wartości minimalnej skuteczności.

Pierwszy ze standardów został wycofany z obiegu i zastąpiony normą ISO, jednak na skutek przywołania go w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, stanowiącym podstawę projektową i wykonawczą, przytoczone powyżej oznaczenia funkcjonują równolegle.

Z racji bardzo istotnych różnic w procesie badania filtrów klasyfikacje nie są wymienne i nie istnieje jednoznaczny klucz pozwalający na nadpisanie klas wg nowego standardu.

W celu rozjaśnienia sytuacji Stowarzyszenie Eurovent opracowało dokument: 4/23-2022 Dobór klas filtrów powietrza do wentylacji ogólnej, sklasyfikowanych według PN-EN ISO 16890. Opracowanie, zamieszczone na stronie internetowej Stowarzyszenia – www.eurovent.eu, dostępne w języku polskim, jest bardzo użytecznym przewodnikiem zawierającym m.in. zwięźle opisane wprowadzenie do zmiany klasyfikacji, metodykę doboru odpowiednich filtrów, w zależności od rozpatrywanej inwestycji oraz zestawienie porównawcze stosowanych klasyfikacji wykonane na podstawie badania certyfikowanych filtrów.

Wentylacja bytowa

Zgodnie z definicją, głównym zadaniem wentylacji bytowej jest wymiana powietrza zanieczyszczonego na powietrze świeże, w celu zapewnienia wymaganego poziomu jakości środowiska wewnętrznego. Odnosząc tę definicję do budownictwa mieszkalnego, należy przyjąć, że głównym źródłem zanieczyszczeń będzie człowiek oraz jego aktywność, np. codzienne czynności, takie jak gotowanie, pranie. Drugą istotną grupę stanowią emisje zanieczyszczeń pochodzących z instalacji, np. grzewczych, wyposażenia oraz konstrukcji budynków. Należy pamiętać, że zwierzęta domowe również stanowią istotne źródło zanieczyszczeń.

W celu dostatecznego rozcieńczenia zanieczyszczeń należy dostarczyć do pomieszczeń powietrze świeże, przefiltrowane do poziomu niższego niż określony jako docelowy. Metodyka wyboru odpowiednich filtrów, uwzględniająca zarówno otoczenie budynku, jak i jego przeznaczenie, zawarta jest w normie PN-EN 16798-3 i została szerzej opisana poniżej w rozdziale Procedura wyboru klasy filtracji.

Zużycie energii

Bogata oferta rynkowa kanałowych rozwiązań do oczyszczania powietrza umożliwia projektantowi/użytkownikowi wybór pomiędzy rozwiązaniami klasycznymi, wykorzystującymi mechaniczną filtrację powietrza, np. w postaci filtrów płaskich lub kieszeniowych, o klasach filtracji F7-F9 (ePM_{10} 70-90%), filtrów absolutnych (EPA/HEPA), o klasach E10-H13, czy filtrów hybrydowych łączących filtrację mechaniczną z adsorpcją dzięki warstwie węgla aktywnego. Coraz większym zainteresowaniem cieszą się bardziej zaawansowane urządzenia łączące filtrację mechaniczną z innymi metodami fizycz-

Tabela 1. Porównanie klas filtrów według PN-EN 779 i PN-EN ISO 16890, źródło: Eurovent 4/23-2022

PN-EN 779	PN-EN ISO 16890 – zakres rzeczywistych zmierzonych średnich skuteczności		
Klasa filtrów	ePM_{10}	$ePM_{2,5}$	ePM_{10}
M5	5-35%	10-45%	40-70%
M6	10-40%	20-50%	60-80%
F7	40-65%	65-75%	80-90%
F8	65-90%	75-95%	90-100%
F9	80-90%	85-95%	90-100%

Tabela 2. Klasyfikacja filtrów powietrza wg PN-EN ISO 16890

Klasyfikacja filtrów powietrza wg PN-EN ISO 16890				
Oznaczenie grupy	Wymaganie			Klasa filtracji
	ePM_{1min}	$ePM_{2,5min}$	ePM_{10min}	
ISO zgrubne	–	–	< 50%	ISO coarse 5÷95%, wartości zaokrąglane do 5%
ISO ePM_{10}	–	–	≥ 50%	ISO ePM_{10} 5÷95%, wartości zaokrąglane do 5%
ISO $ePM_{2,5}$	–	≥ 50%	–	ISO $ePM_{2,5}$ 5÷95%, wartości zaokrąglane do 5%
ISO ePM_1	≥ 50%	–	–	ISO ePM_1 5÷95%, wartości zaokrąglane do 5%

Tabela 3. Klasyfikacja filtrów powietrza wg PN-EN 779

Klasyfikacja filtrów powietrza wg PN-EN 779				
	Klasa filtra	Średni stopień zatrzymania pyłu A_m syntetycznego [%]	Średnia skuteczność filtracji E_m cząstek 0,4µm [%]	Minimalna skuteczność filtracji cząstek 0,4µm [%]
Filtr zgrubne	G1	$50 \leq A_m < 65$	–	–
	G2	$65 \leq A_m < 80$	–	–
	G3	$80 \leq A_m < 90$	–	–
	G4	$90 \leq A_m$	–	–
Filtr średnie	M5	–	$40 \leq E_m < 60$	–
	M6	–	$60 \leq E_m < 80$	–
Filtr dokładne	F7	–	$80 \leq E_m < 90$	35
	F8	–	$90 \leq E_m < 95$	55
	F9	–	$95 \leq E_m$	70

nymi, np. filtracją elektrostatyczną, czy uzdatnianiem powietrza za pomocą procesu fotokatalizy lub promieniowania UV. Nierozdzielalnym aspektem związanym z oczyszczaniem powietrza jest zużycie energii. Warto więc, przed wyborem konkretnego rozwiązania, zweryfikować oferowane urządzenia. Filtry elektrostatyczne, fotokatalizacyjne czy lampy UV nie generują dużego oporu przepływu powietrza, więc ich wpływ na zużycie energii przez wentylator nie będzie duży. Wymagają za to zasilania elektrycznego do działania. W przypadku filtracji mechanicznej o energochłonności decyduje spadek ciśnienia, który jest wypadkową powierzchni filtra i zastosowanej tkaniny filtracyjnej. Z reguły im wyższa klasa filtracji, tym wyższy spadek ciśnienia i co za tym idzie pobór mocy wentylatora. Dla tej grupy filtrów istotne jest znalezienie złotego środka – filtra o możliwie wysokiej skuteczności filtracji i umiarkowanym zużyciu energii. Ze szczególną ostrożnością należy podchodzić do filtrów

klasy EPA/HEPA, cechujących się bardzo wysoką skutecznością kosztem znaczącego spadku ciśnienia, nierzadko równego spadkowi ciśnienia w całej sieci przewodów, co czyni instalację bardzo energochłonną.

Eksplotacja

Układ filtracyjny wymaga odpowiedniej eksploatacji. W zależności od producenta urządzenia mogą być wyposażone w różne systemy monitoringu, np. mechanizm czasowy lub pomiar spadku ciśnienia (w formie detekcji przekroczenia wartości maksymalnej – presostat różnicy

ciśnienia lub pomiaru ciągłego – przetwornik różnicy ciśnienia). Wraz ze wzrostem ilości zatrzymanych zanieczyszczeń filtry powodują coraz większy spadek ciśnienia, zatem ich regularna wymiana ma istotne znaczenie dla zużycia energii. Częstotliwość wymiany filtrów jest sprawą bardzo indywidualną, zależną od wielu czynników, m.in. położenia obiektu, czy zlokalizowanych w okolicy źródeł zanieczyszczeń. Nie mniej jednak filtry wstępne powinny być wymieniane nie rzadziej niż raz na kwartał. W przypadku filtrów wtórnych wymiana powinna się odbywać na podstawie wskazania układu pomiarowego lub

Tabela 4. Kategorie jakości powietrza zewnętrznego, źródło: Eurovent 4/23-2022

Kategoria	Opis	Typowe środowisko
ODA 1	Powietrze zewnętrzne, które może być tylko tymczasowo zanieczyszczone pyłem Stosuje się w przypadku spełnienia wytycznych WHO (2021) – średnia roczna dla $PM_{2,5} \leq 5 \mu m/m^3$ i $PM_{10} \leq 15 \mu m/m^3$	
ODA 2	Powietrze zewnętrzne o wysokim stężeniu cząstek stałych Stosuje się w przypadku, gdy stężenia cząstek stałych nie przekraczają 150% wartości wg wytycznych WHO – średnia roczna dla $PM_{2,5} \leq 7,5 \mu m/m^3$ i $PM_{10} \leq 22,5 \mu m/m^3$	
ODA 3	Powietrze zewnętrzne o bardzo wysokim stężeniu cząstek stałych Stosuje się, gdy stężenia cząstek stałych przekraczają 150% wartości wg wytycznych WHO – średnia roczna dla $PM_{2,5} > 7,5 \mu m/m^3$ i $PM_{10} > 22,5 \mu m/m^3$	

Tabela 5. Kategorie jakości powietrza nawiewanego, źródło: Eurovent 4/23-2022

Kategorie jakości powietrza nawiewanego		
	Opis	Przykłady pomieszczeń
SUP 1	Odnosi się do powietrza nawiewanego o stężeniach cząstek stałych, spełniających wymagania dotyczące wartości dopuszczalnych, określone w wytycznych WHO (2021) pomnożonych przez współczynnik 0,25 – średnia roczna dla $PM_{2,5} > 1,25 \mu m/m^3$ i $PM_{10} > 3,75 \mu m/m^3$	–
SUP 2	Odnosi się do powietrza nawiewanego o stężeniach cząstek stałych, spełniających wymagania dotyczące wartości dopuszczalnych, określone w wytycznych WHO (2021) pomnożonych przez współczynnik 0,5 – średnia roczna dla $PM_{2,5} > 2,5 \mu m/m^3$ i $PM_{10} > 7,5 \mu m/m^3$	Pomieszczenia przeznaczone na stały pobyt ludzi Przykłady: przedszkola, biura, hotele, budynki mieszkalne, sale konferencyjne, sale wystawowe, teatry, kina, sale koncertowe
SUP 3	Odnosi się do powietrza nawiewanego o stężeniach cząstek stałych, spełniających wymagania dotyczące wartości dopuszczalnych, określone w wytycznych WHO (2021) pomnożonych przez współczynnik 0,75 – średnia roczna dla $PM_{2,5} > 3,75 \mu m/m^3$ i $PM_{10} > 11,25 \mu m/m^3$	Pomieszczenia przeznaczone na czasowy pobyt ludzi Przykłady: magazyny, centra handlowe, pralnie, serwerownie
SUP 4	Odnosi się do powietrza nawiewanego o stężeniach cząstek stałych, spełniających wymagania dotyczące wartości dopuszczalnych, określone w wytycznych WHO (2021) pomnożonych przez współczynnik ... – średnia roczna dla $PM_{2,5} > 5 \mu m/m^3$ i $PM_{10} > 15 \mu m/m^3$	Pomieszczenia przeznaczone na tymczasowy pobyt ludzi Przykłady: toalety, klatki schodowe, pomieszczenia magazynowe
SUP 5	Odnosi się do powietrza nawiewanego o stężeniach cząstek stałych, spełniających wymagania dotyczące wartości dopuszczalnych, określone w wytycznych WHO (2021) pomnożonych przez współczynnik 1,5 – średnia roczna dla $PM_{2,5} > 7,5 \mu m/m^3$ i $PM_{10} > 22,5 \mu m/m^3$	Pomieszczenia nieprzeznaczone na pobyt ludzi Przykłady: pomieszczenia na odpady, centra danych, parkingi podziemne

Tabela 6. Zalecana minimalna skuteczność filtracji ePM_x w zależności od kategorii ODA i SUP (średnie roczne wartości PM_x w $[\mu g/m^3]$), źródło: Eurovent 4/23-2022

Powietrze zewnętrzne			Powietrze nawiewane				
			SUP1* $PM_{2,5} \leq 1,25$ $PM_{10} \leq 3,75$	SUP2** $PM_{2,5} \leq 2,5$ $PM_{10} \leq 7,5$	SUP3 $PM_{2,5} \leq 3,75$ $PM_{10} \leq 11,25$	SUP4 $PM_{2,5} \leq 5$ $PM_{10} \leq 15$	SUP5 $PM_{2,5} \leq 7,5$ $PM_{10} \leq 22,5$
kategoria	$PM_{2,5}$	PM_{10}	ePM_1	ePM_1	$ePM_{2,5}$	ePM_{10}	ePM_{10}
ODA 1	≤ 5	≤ 15	70%	50%	50%	50%	50%
ODA 2	$\leq 7,5$	$\leq 22,5$	80%	70%	70%	80%	50%
ODA 3	> 7	$> 22,5$	90%	80%	80%	90%	80%

* minimalne wymagania dotyczące skuteczności filtracji ePM_1 , 50% odnoszą się do filtra końcowego** minimalne wymagania dotyczące skuteczności filtracji $ePM_{2,5}$, 50% odnoszą się do filtra końcowego

raz do roku. W odniesieniu do filtrów elektrostatycznych, fotokatalitycznych i lamp UV brak jednolitych wskazań serwisowych, więc ich eksploatacja powinna być prowadzona zgodnie z wytycznymi producenta.

Procedura wyboru klasy filtracji

Proponowana przez Stowarzyszenie Eurovent procedura wyboru odpowiednich filtrów powietrza została opracowana na podstawie wytycznych normy projektowej PN-EN 16798-3, jednak jako poziom odniesienia zastosowano zaktualizowane wytyczne WHO z 2021 roku.

Kluczowym elementem analizy jest określenie kategorii środowiska zewnętrznego, w jakim zlokalizowany jest budynek oraz przeznaczenia i sposobu użytkowania wentylowanych pomieszczeń. Mając te informacje odczytuje się z tabeli nr 6 Minimalne wymagania odnośnie do poziomu oczyszczania powietrza.

W tabeli określony został jedynie wymagany poziom skuteczności filtracji, bez narzucania drogi do jego osiągnięcia.

W przypadku obiektów zlokalizowanych na terenach silnie zurbanizowanych, o dużym zapyleniu, zasadne jest stosowanie kaskady filtrów złożonej z co najmniej dwóch stopni, z filtrem wstępnym zlokalizowanym w centrali wentylacyjnej i filtrem wtórnym montowanym w ciągu przewodów wentylacyjnych. Układ składający się z filtra wstępnego jest korzystny nie tylko z uwagi na

skuteczność filtracji, ale także wydłuża żywotność filtrów wtórnych (dokładnych), zazwyczaj znacząco droższych.

Określenie kategorii środowiska zewnętrznego może wydawać się nieco trudne, z uwagi na przywołane wartości stężeń zanieczyszczeń pyłowych, dlatego warto korzystać ze wsparcia serwisów lub aplikacji agregujących dane dotyczące jakości środowiska, np. „Jakość powietrza w Polsce”, opracowanej przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, zamieszczonej [na stronie internetowej](#).

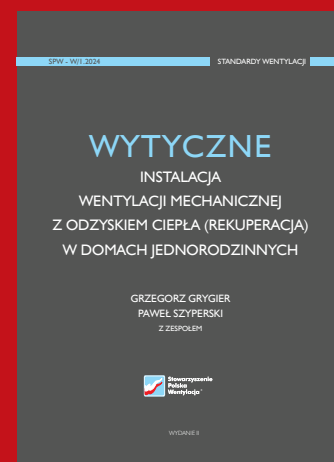


Andrzej Cebula
Frapol sp. z o.o.

Członek zespołu
autorskiego Wytycznych
Stowarzyszenia Polska
Wentylacja: Instalacja
wentylacji mechanicznej
z odzyskiem ciepła
(rekuperacja) w domach
jednorodzinnych

„Wytyczne” stanowią praktyczny poradnik na temat tego, jak zaprojektować, zbudować i skontrolować dobrą instalację wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła

Zalecane przez
Stowarzyszenie Polska
Wentylacja



Metoda badania filtrów powietrza stosowanych w centralach wentylacyjnych

Norma PN-EN ISO 29462:2023

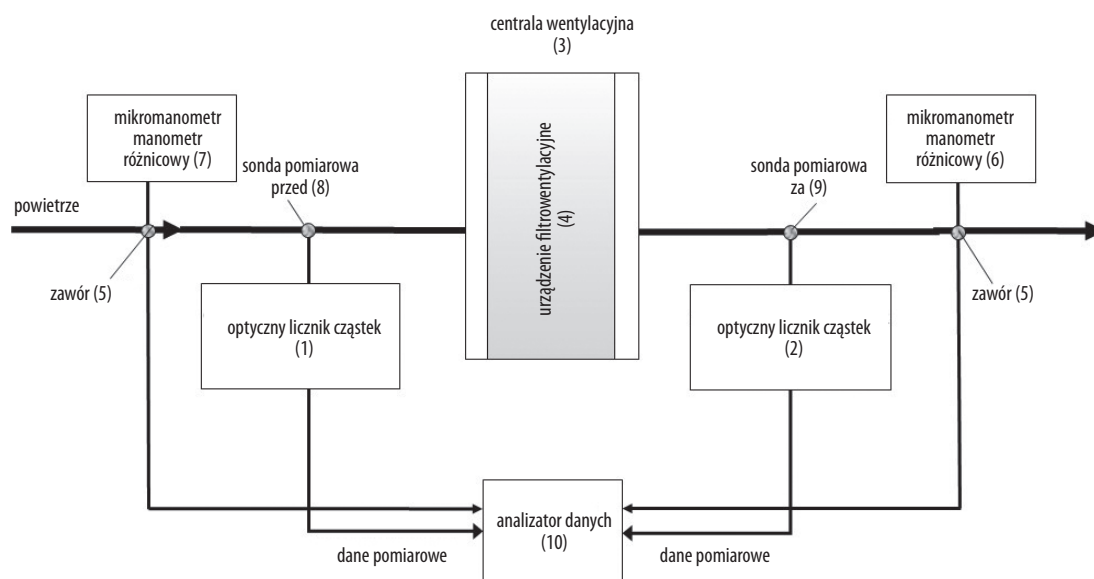
W warunkach rzeczywistych nadrzędnym celem jest zapewnienie użytkownikom pomieszczeń ochrony przed ryzykiem związanym z narażeniem na substancje chemiczne i ich mieszaniny, w tym cząstki aerozoli. W szczególności na terenach zurbanizowanych, wymagane jest prawidłowe oczyszczanie powietrza za pomocą filtrów zamontowanych w centralach wentylacyjno-klimatyzacyjnych. Wdrożona norma PN-EN ISO 29462:2023 stanowi dokument bazowy w ocenie zgodności filtrów powietrza w warunkach terenowych użytkowania w centralach wentylacyjnych budynków.

Zgodnie z aktualnie wdrażaną dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/844 z 30 maja 2018 r. zmieniającą dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków oraz dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej wszystkie budynki wybudowane po 31 grudnia 2020 r. muszą spełniać wysokie standardy energooszczędności. Ponadto dyrektywa wskazuje, że kraje Unii Europejskiej powinny przyjąć długoterminowe strategie renowacji budynków już istniejących. Budynki powinny charakteryzować się niemal zerowym zużyciem energii, stąd istnieje ryzyko, że dążenie do energooszczędności może wpłynąć negatywnie na jakość powietrza i klimat wewnętrzny. W celu zapewnienia odpowiedniej jakości powietrza w pomieszczeniach szczególną uwagę, zwłaszcza w dużych aglomeracjach lub na terenach uprzemysłowionych, należy zwrócić uwagę na oczyszczenie powietrza zanim to dopłygnie do pomieszczenia. Zastosowanie wielostopniowych układów filtrów powietrza o określonej wydajności i skuteczności filtracji zapewni nie tylko obniżenie stężenia zanieczyszczeń w powietrzu dopływającym do pomieszczeń, lecz także ochroni urządzenia w centralach i przewodach wentylacyjnych przed nadmiarem pyłu, co przedłuży ich czas pracy i poprawi efektywność działania.

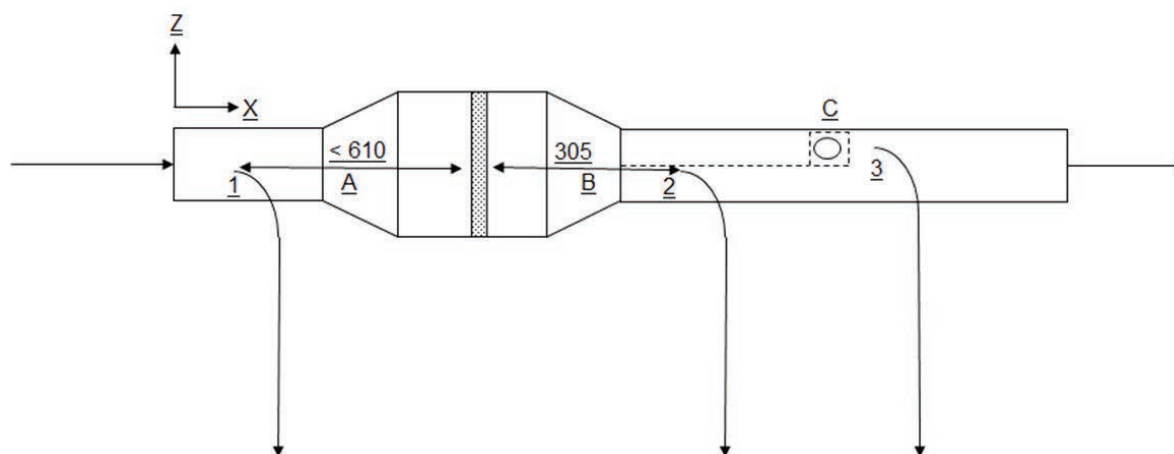
Badania filtrów powietrza

Stanowisko badania urządzeń filtrowentylacyjnych w centralach wentylacyjnych przedstawiono na rysunku 1. Schemat stanowiska badawczego został opracowany zgodnie z zaleceniami norm: PN-EN ISO 29462:2023, PN-EN 16798-1:2019 oraz PN-EN 13053:2020.

Schemat stanowiska służącego do badania urządzeń filtrowentylacyjnych w warunkach terenowych opisano na rysunku 1. Urządzenie filtrowentylacyjne (4) jest umieszczone w centrali wentylacyjnej (3). W jego układzie pomiarowym w warunkach terenowych stosuje się dwa optyczne liczniki cząstek (1), (2) – pierwszy zainstalowany przed, a drugi za badanym urządzeniem filtrowentylacyjnym. Sondy ze zmiennymi głowicami umożliwiają izokinetyczny pobór próbek powietrza do optycznych liczników cząstek i ich dalszej analizy (8), (9). Przed i za urządzeniem filtrowentylacyjnym podłączone są cyfrowe mikromanometry różnicowe (6), (7). Optyczne liczniki cząstek oraz cyfrowe mikromanometry różnicowe są przyłączone do analizatora danych (10). W trakcie pracy centrali z urządzeniem filtrowentylacyjnym (4) optyczne liczniki cząstek dokonują cyklicznych (co 60 sekund) pomiarów stężenia cząstek danego typu w powietrzu przed i za urządzeniem. W tych miejscach za pomocą zaworów specjalnych (5) określana jest również różnica ciśnienia.



Rys 1. Schemat stanowiska służącego do badania urządzeń filtrowentylacyjnych w warunkach terenowych



Rys 2. Schemat lokalizacji miejsc pobierania próbek. Opis: A – minimalna odległość pomiędzy sondą próbkującą a filtrem, B – odległość pomiędzy końcem filtra i sondą próbkującą, C – lokalizacja punktów poboru próbek w płaszczyźnie y-z do badań skuteczności filtrów, 1 – lokalizacja sondy próbkującej przed filtrem (U/S), 2 – lokalizacja sondy próbkującej za filtrem (D/S) do testu wydajności filtra, 3 – lokalizacja sondy próbkującej za systemem (D/S) do testu wydajności systemu

Sondy do pobierania próbek aerozolu przed i za filtrem powietrza powinny być tej samej długości i możliwie najkrótsze, aby uniknąć strat cząstek. Najlepiej, aby materiał charakteryzował się minimalną stratą cząstek w przypadku instalacji filtracyjnych.

Próbki powinny być pobrane z miejsc znajdujących się blisko badanego filtra powietrza, jak pokazano na rysunku 2. Jeśli ma być testowana skuteczność systemu, miejsca pobierania próbek powinny być oddalone, aby zapewnić dobre wymieszanie przepływu powietrza, np. przez filtry, ramy, kłapy. Pomiar wydajności systemu jest trudniejszy, dlatego dobrą praktyką jest dokładne zaplanowanie pomiaru i szczegółowe opisanie sposobu jego przeprowadzenia.

Podstawowe parametry oceny działania urządzeń filtrowentylacyjnych w centralach wentylacyjnych

Prędkość powietrza w urządzeniu testowym (filtr powietrza, urządzenie filtrowentylacyjne) wyrażana w [m/s].

Dopuszczalne mierzone stężenie licznika cząstek – 50% maksymalnego mierzonego stężenia podanego przez producenta licznika cząstek.

Współczynnik zmienności – odchylenie standardowe grupy pomiarów podzielone przez wartość średnią.

Skuteczność filtra – frakcja lub procent substancji zanieczyszczającej, która jest usuwana przez urządzenie testowe.

Skuteczność usuwania w odniesieniu do wielkości cząstek – stosunek liczby cząstek zatrzymanych przez filtr powietrza do liczby cząstek zmierzonych przed filtrem dotyczący danego zakresu wielkości cząstek.

Opór przepływu powietrza – różnica ciśnienia bezwzględnego (statycznego) pomiędzy dwoma punktami układu, mierzona w [Pa].

Skuteczność systemu filtrów – skuteczność usuwania zanieczyszczeń przez system filtrów, w przypadku gdy pomiary stężenia liczbowego cząstek przed i za mogą odbywać się przez układ kilku filtrów lub innych elementów systemu.

Pełny zestaw testów obejmuje określenie: prędkości powietrza, jego wilgotności względnej, temperatury, oporu przepływu oraz skuteczności usuwania cząstek.

Przyrządy służące do badań zostały określone w pkt. 4 normy PN-EN ISO 29462:2023.

Metoda badania prędkości powietrza

Prędkość powietrza powinna być utrzymywana na stałym poziomie przez cały czas trwania badania. Jest to możliwe, jeśli prędkość wentylatora będzie sterowana za pomocą przetwornicy częstotliwości (VFD) lub skrzynki o zmiennej objętości powietrza (VAV), a inne przepustnice modulacyjne nie będą miały możliwości regulacji. Ponadto należy utrzymywać stałą zawartość procentową powietrza zewnętrznego w powietrzu nawiewanym, aby ograniczyć wahania liczby cząstek, które mogłyby mieć wpływ na wyniki testu.

Pomiary prędkości powietrza można wykonywać przed lub za filtrami, ale zaleca się, aby za filtrami. Ponieważ prędkość powietrza może znacznie różnić się na powierzchni zainstalowanego filtra, punkty pobierania próbek należy wybrać w taki sposób, aby pomiary były przeprowadzane na co najmniej 25% powierzchni filtrów i były równomiernie rozłożone na nim. Przyrząd pomiarowy należy umieścić z dala od występujących turbulencji powodowanych przez personel lub inne przeszkody. Współczynnik zmienności prędkości (C_v) powinien być mniejszy niż 25%.

Pomiary prędkości powietrza należy przeprowadzać możliwie w czasie zbliżonym do czasu badania oporu przepływu powietrza i skuteczności usuwania cząstek przez filtr powietrza. Ma to na celu zapewnienie, że prędkość powietrza w centralach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych nie zmieni się znacząco pomiędzy momentem pomiaru prędkości a momentem badania oporu przepływu powietrza i skuteczności usuwania. Pomiary prędkości powietrza należy przeprowadzić zarówno przed badaniem skuteczności usuwania, jak i po nim, a pomiary prędkości należy uśrednić.

Częstsze pomiary prędkości można przeprowadzać w układach wykazujących duży stopień zmienności prędkości w czasie.

Metoda badania wilgotności względnej powietrza

Zaleca się, aby wilgotność względna powietrza przepływającego przez zainstalowany filtr mieściła się w zakresie pracy licznika cząstek i urządzenia do pomiaru wilgotności względnej stosowanego w czasie trwania badania. Jeżeli określana jest wydajność systemu, należy zmierzyć i zarejestrować wilgotność względną powietrza w miejscach, w których znajdują się sondy przed i za systemem. W przypadku pomiaru wydajności filtra należy zmierzyć i zarejestrować wilgotność względną w jednym z miejsc, w których znajdują się sondy przed lub za filtrem. Ponadto w miejscu licznika cząstek należy rejestrować wilgotność względną powietrza. Zamiast pomiarów wilgotności względnej można zastosować pomiary temperatury termometru mokrego w odniesieniu do temperatury termometru suchego wykonane w tym samym czasie.

Metoda badania temperatury powietrza

Temperatura powietrza przepływającego przez zainstalowany filtr powinna mieścić się w zakresie pracy licznika cząstek. Jeżeli określana jest wydajność systemu, należy zmierzyć i zapisać temperaturę (tj. temperaturę termometru suchego) w miejscach, w których znajdują się sondy pomiarowe przed i za układem filtrów. W przypadku pomiaru wydajności filtra należy zmierzyć i zarejestrować temperaturę w jednym z miejsc, w których znajdują się sondy przed lub za filtrem. Ponadto należy rejestrować temperaturę w miejscu licznika cząstek. Należy zachować ostrożność, jeśli temperatury są ekstremalne i wykraczają poza normalny zakres pracy aparatury pomiarowej. Stężenia liczbowego cząstek nie należy mierzyć, jeśli temperatura jest poniżej zera.

Metoda badania oporu przepływu powietrza

Jeżeli jest już zainstalowany osprzęt do odczytu ciśnienia, można podłączyć urządzenie do pomiaru oporu przepływu powietrza, tak aby wykorzystać istniejące sondy ciśnieniowe. Jeżeli mają zostać wykorzystane istniejące sondy, należy upewnić się, że istniejące sondy są prawidłowo zainstalowane i umożliwiają odczyt ciśnienia statycznego, a nie tylko składowej prędkości. Aby odczytać ciśnienie statyczne, otwór w sondzie powinien być umieszczony w płaszczyźnie prostopadłej do przepływu, bez przeszkód przed sondą, aby zapobiec wystąpieniu turbulencji powietrza.

W idealnym przypadku pomiaru oporu przepływu powietrza rejestruje się oddzielnie każdy zestaw filtrów. Jednakże w niektórych przypadkach zarejestrowana wartość oporu przepływu jest kombinacją wartości wielu filtrów połączonych szeregowo.

Dobłą praktyką jest zmierzenie co najmniej 25 wartości oporu przepływu powietrza w ciągu co najmniej dwóch minut, a następnie uśrednienie zmierzonych wartości oporu przepływu powietrza. Należy także obliczyć i zapisać współczynnik zmienności (C_v).

Metoda badania skuteczności usuwania cząstek

W metodzie badawczej można wyróżnić trzy rodzaje testów:

- 1) test skuteczności pojedynczego filtra – określa skuteczność filtra w usuwaniu cząstek zawieszonych w powietrzu. Należy wybrać takie miejsca pobierania próbek, aby uzyskać reprezentatywne próbki powietrza przechodzącego przez filtr.
- 2) test skuteczności systemu filtrów – określa skuteczność systemu filtrów w usuwaniu cząstek zawieszonych w powietrzu. System, czyli kilka filtrów osłoniętych ramkami. Należy wybrać takie miejsca i metody pobierania próbek w części za systemem, aby uzyskać reprezentatywne próbki całkowitego przepływu powietrza przechodzącego przez system filtracji. Obejmuje to powietrze przepływające przez filtry i wokół filtrów (tj. obejście filtra powietrza).
- 3) test skuteczności pozostałych typów systemów – oprócz pomiaru skuteczności filtracji powietrza w pojedynczym filtrze i w systemie, metodykę badawczą można również wykorzystać do porównania stężenia cząstek zawieszonych w powietrzu w różnych sekcjach centrali wentylacyjnej, a tym samym do przetestowania systemu wentylacyjnego i klimatyzacyjnego jako całości.

Dla każdego z powyższych testów konieczne jest wykonanie poniższych czynności.

Pobieranie próbek powietrza

Stężenia liczbowe cząstek należy mierzyć za pomocą licznika cząstek określonego w pkt. 4 normy PN-EN ISO 29462:2023. Do ilościowego pomiaru cząstek zarówno przed, jak i za filtrem/systemem należy zastosować ten sam model licznika cząstek.

Objętość próbki powietrza – próbki do wszystkich badań (w tym do badania zerowego) należy pobierać przez czas niezbędny do pobrania 1,0 litra powietrza lub przez 20 s, w zależności od tego, który czas jest dłuższy. Oczekuje się, że zalecana objętość próbki zapewni wystarczającą liczbę cząstek dla statystycznie akcepto-

walnych wyników. Aby obliczyć wartość skuteczności usuwania, średnie stężenie cząstek przed filtrem/systemem danego rozmiaru cząstek powinno wynosić co najmniej 37 na litr.

W niektórych systemach wymagana minimalna objętość próbki nie zapewnia statystycznie akceptowalnych zliczeń dla wszystkich rozmiarów cząstek. W takim przypadku można zastosować dłuższy czas próbkowania, aby poprawić statystyczną trafność pomiaru. Nie zawsze możliwe jest osiągnięcie statystycznie akceptowalnych wyników we wszystkich zakresach wielkości cząstek.

Objętość próbki i czas pobierania próbki nie mogą być zmieniane w żadnym momencie po rozpoczęciu zliczania cząstek pod kątem skuteczności usuwania. Jeżeli w celu poprawy wiarygodności statystycznej konieczna jest zmiana objętości lub czasu pobierania próbek, badanie należy rozpocząć od początku, tak aby wszystkie próbki zostały zmierzone przy użyciu tej samej objętości próbki i czasu pobierania próbek.

Przedmuchiwanie układu sond do pobierania próbek powietrza

Czyszczenie należy przeprowadzić raz na początku każdego zbioru danych przed i każdego zbioru danych za filtrem/systemem. Czas oczyszczania musi być co najmniej pięciokrotnością obliczonego czasu potrzebnego na transport cząstki z sondy próbkującej do licznika cząstek.

Test zerowy licznika cząstek

Przed badaniem skuteczności usuwania należy sprawdzić zerowe wskazanie liczby cząstek na danych w [?] licznikach. W tym celu należy podłączyć filtr HEPA bezpośrednio do licznika cząstek i mierzyć przez co najmniej jedną minutę. Suma stężenia cząstek we wszystkich zakresach wielkości cząstek powinna być mniejsza niż 10 jednostek na litr.

Stężenie graniczne

Po wykonaniu testu zerowego licznika cząstek należy ustalić, czy stężenia aerozolu przed i za filtrem/systemem mieszczą się w zakresie urządzenia pomiarowego (licznik cząstek, rozcieńczalnik) i są wystarczająco wysokie, aby zapewnić dokładność statystyczną wyników. Nierozcieńczonych próbek nie należy pobierać w stężeniach przekraczających dopuszczalne, mierzalne stężenie licznika cząstek. Jeśli liczba cząstek przed filtrem przekracza ten poziom, do przeprowadzenia badania należy użyć rozcieńczalnika. Następnie na podstawie zmierzonego stężenia i współczynnika rozcieńczenia oblicza się rzeczywiste stężenie.

Oprócz maksymalnego stężenia granicznego każdy kanał danej wielkości cząstek powinien osiągnąć minimalne średnie stężenie liczbowe cząstek.



Kieszeniowy filtr powietrza: a – powierzchnia boczna, b – powierzchnia filtracji

Tabela 1. Parametry techniczne filtra powietrza

Model filtr kieszeniowy G4	Producent A	Budowa filtr kieszeniowy – 6 kieszeni, rama metalowa
Typ polipropylen	Powierzchnia filtracyjna [m ²] 2,98	Wymiary (szer. x wys. x gł.) [mm] 592 x 592 x 360
Ładunek elektrostatyczny nie	Kolor niebieski/biały	Spoivo kieszenie spięte ramkami wewnętrznymi przymocowanymi do ramki zewnętrznej

Tabela 2. Opór przepływu powietrza w zależności od prędkości w centrali wentylacyjnej

Przepływ nominalny powietrza	Natężenie przepływu powietrza [m ³ /s]	Opór przepływu powietrza [Pa]
50%	0,472	15
75%	0,708	30
100%	0,944	51
125%	1,180	72

Tabela 3. Stężenia liczbowe cząstek i skuteczności usuwania cząstek o danym zakresie wymiarów przez filtr powietrza w centrali wentylacyjnej

Skuteczność usuwania cząstek		
Przedział wymiaru cząstek [μm]	Zmierzona skuteczność [%]	Stężenie cząstek od strony dopływu [cząstka/dm ³]
0,30 ÷ 0,40	1,3	129925,8
0,40 ÷ 0,55	1,9	93975,5
0,55 ÷ 0,70	4,1	41418,7
0,70 ÷ 1,00	9,1	33923,6
1,00 ÷ 1,30	14,4	8317,6
1,30 ÷ 1,60	21,1	5624,0
1,60 ÷ 2,20	38,6	3638,5
2,20 ÷ 3,00	55,9	1802,4
3,00 ÷ 4,00	68,3	1265,6
4,00 ÷ 5,50	75,4	691,4
5,50 ÷ 7,00	75,8	199,7
7,00 ÷ 10,00	76,2	192,2

Test zerowy systemu

Po sprawdzeniu stężenia granicznego należy przeprowadzić test zerowy systemu, podłączając filtr HEPA do sondy za filtrem. Przez co najmniej jedną minutę należy zliczać cząstki przez filtr HEPA i przewody próbkujące sondy za filtrem. Dopuszczalne maksymalne stężenie cząstek we wszystkich zakresach wielkości powinno być większe od 0,05% stężenia przed filtrem lub wynieść 10 cząstek na litr.

Wstępny test stężenia cząstek

Należy ocenić zmienność stężeń cząstek zarówno w przestrzeni (tj. różne stężenia w różnych miejscach na powierzchni zainstalowanego filtra), jak i w czasie. Test ten pozwala określić najwłaściwszą lokalizację sond do pobierania próbek powietrza. Stąd przed rozpoczęciem pobierania próbek w celu określenia skuteczności usuwania, zaleca się pobranie każdej z poniższych próbek z lokalizacji przed filtrem/systemem:

- co najmniej pięć próbek z jednego miejsca, aby ocenić zmienność w czasie,
- co najmniej pięć próbek w różnych miejscach powierzchni skomplikowanego systemu filtrującego, aby ocenić zmienność w przestrzeni. W przypadku prostych systemów filtrów można zastosować mniejszą liczbę lokalizacji.

Wysoki stopień zmienności tych danych może skutkować niższą precyzją obliczonych skuteczności cząstkowych. W rezultacie, jeśli C_v jednej serii pomiarów jest większe niż 25% (chyba że średnia liczba dotycząca dowolnego kanału wielkości cząstek jest mniejsza niż 50 cząstek, w którym to przypadku dla tych kanałów granica C_v wynosi 50%) dla dowolnego kanału wielkości cząstek, należy podjąć jedno z dwóch poniższych działań:

- należy pobrać więcej zbiorów danych niż minimalna liczba zbiorów danych
- należy powtórzyć pobieranie próbek.

Jeżeli dla dowolnego kanału wielkości cząstek stężenie jest poniżej wartości granicznej, nie należy obliczać skuteczności usuwania.

Obliczenie skuteczności usuwania cząstek

Uzyskany zbiór danych składa się z wielu próbek. W każdym zbiorze danych znajduje się średnia z danej próbki dotycząca każdego zakresu wielkości cząstek, obliczona na podstawie wzorów. Dla każdego zakresu wielkości cząstek oblicza się skuteczność z każdego zbioru danych przed filtrem/systemem.

Przykładowe wyniki badania pojedynczego filtra powietrza w centrali wentylacyjnej

W centrali wentylacyjnej, zgodnie z PN-EN 1886:2008, zainstalowano kieszeniowy filtr powietrza klasy G4 (klasa określona zgodnie z wycofaną normą PN-EN 779:2012). Parametry techniczne podano w tabeli 1.

Na podstawie danych przedstawionych w tabeli 2 zaobserwowano wzrost oporu przepływu powietrza przez badany filtr wraz ze wzrostem natężenia przepływu powietrza w centrali wentylacyjnej. Wykazano silną korelację oporu przepływu od natężenia przepływu powietrza opisaną zależnością liniową ($R^2 = 0,9942$).

W zakresie cząstek aerozolu o wymiarach od 0,3 μm do 10 μm następował spadek ich stężenia liczbowego wraz ze wzrostem wymiaru cząstek (tabela 3). Spowodowało to zdecydowany (ponad 18-krotny) wzrost skuteczności filtracji cząstek w zakresie od 0,7 μm do 5,5 μm oraz stabilizację wartości w zakresie (tabela 3 i rys. 3):

- 1,3% ÷ 4,1% skuteczności filtracji cząstek o wymiarach od 0,3 μm do 0,7 μm ,
- 75,4% ÷ 76,2% skuteczności filtracji cząstek o wymiarach od 5,5 μm do 10,0 μm ,

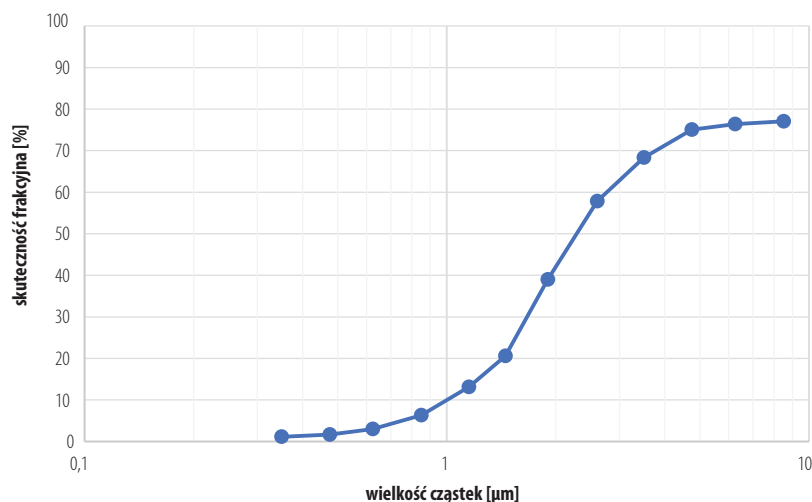
W trakcie badań terenowych zainstalowany filtr powietrza w centrali wentylacyjnej nie osiągnął końcowej wartości oporu przepływu powietrza wynoszącej 300 Pa. Osiągnięta wartość rzeczywista wynosiła 17% wartości końcowej.

Jednocześnie badany filtr powietrza usuwał cząstki w zakresie od 0,3 do 10,0 μm ze skutecznością 50,35% (tabela 4).

Zgodnie z klasyfikacją filtracyjną ISO zainstalowany filtr powietrza można zakwalifikować do klasy ISO ePM_{10} 50% dla nominalnego strumienia objętości powietrza wynoszącego 3400 [m^3/h] w centrali wentylacyjnej. Badany filtr powietrza, zaklasyfikowany jako wstępny, został prawidłowo obsadzony w centrali wentylacyjnej zlokalizowanej w obszarze miejskim. Może być również stosowany jako filtr dokładny cząstek aerozoli grubodyspersyjnych, zamontowany w centrali wentylacyjnej zlokalizowanej w obszarze wiejskim

Podsumowanie

Głównym problemem przy projektowaniu układów filtracji aerozoli jest poznanie właściwości filtrów powietrza w czasie ich eksploatacji. Istnieje potrzeba poznania tzw. długości życia filtra powietrza w określonych warunkach pracy w centralach wentylacyjnych. Wdrożona norma PN-EN ISO 29462:2023 jest dokumentem bazowym dla oceny zgodności filtrów powietrza w warunkach terenowych użytkowania w centralach wentylacyjnych. Opracowane w CIOP-PIB stanowisko badawcze stanowi niezbędną podstawę dla producentów, projektantów oraz dystrybutorów filtrów powietrza w budynkach użyteczności publicznej, przemyśle, laboratoriach, obiektach mieszkalnych, handlowych itp. do zapewnienia jakości i konkurencyjności na rynku krajowym i międzynarodowym oraz bezpieczeństwa użytkowników tych budynków.



Rys. 3. Zmiany skuteczności usuwania przez filtr powietrza cząstek w zależności od ich wymiarów

Tabela 4. Parametry użytkowe filtra powietrza w centrali wentylacyjnej uzyskane podczas badania terenowego

Opór przepływu powietrza	Skuteczność usuwania – zakres cząstek od 0,3 do 1,0 μm ePM_1	Skuteczność usuwania – zakres cząstek od 0,3 do 2,5 μm $\text{ePM}_{2,5}$	Skuteczność usuwania – zakres cząstek od 0,3 do 10,0 μm ePM_{10}	Klasyfikacja filtra powietrza w warunkach terenowych zgodnie z ISO
51 Pa	3,10%	13,31%	50,35%	ePM_{10} 50%

Spis norm

- PN-EN ISO 29462:2023-02 Badanie w warunkach terenowych urządzeń filtracyjnych i systemów stosowanych w wentylacji ogólnej w celu określenia ich skuteczności oczyszczania w odniesieniu do wymiarów cząstek i oporów przepływu powietrza.
- PN-EN 16798-1:2019-06. Charakterystyka energetyczna budynków – Wentylacja budynków – Część 1: Parametry wejściowe środowiska wewnętrznego do projektowania i oceny charakterystyki energetycznej budynków w odniesieniu do jakości powietrza wewnętrznego, środowiska cieplnego, oświetlenia i akustyki – Moduł M1-6.
- PN-EN 13053:2020-05. Wentylacja budynków. Centrale wentylacyjne i klimatyzacyjne. Klasyfikacja i charakterystyki działania urządzeń, elementów składowych i sekcji.
- PN-EN 1886:2008. Wentylacja budynków – Centrale wentylacyjne i klimatyzacyjne – Właściwości mechaniczne.
- PN-EN 779:2012. Przeciwpływowe filtry powietrza do wentylacji ogólnej – Określanie parametrów filtracyjnych (norma wycofana i zastąpiona PN-EN ISO 16890)

- 1) Publikacja opracowana na podstawie wyników VI etapu programu wieloletniego „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy”, finansowanego w zakresie zadań służb państwowych ze środków Ministerstwa Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej
- 2) Zadanie nr 1.ZS.02, pt. „Ocena parametrów użytkowych urządzeń filtrowentylacyjnych w warunkach rzeczywistego stosowania w instalacjach wentylacji ogólnej”
- 3) Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – PIB

Tomasz Jankowski

Kierownik Pracowni Aerozoli, Filtracji i Wentylacji
Zakład Zagrożeń Chemicznych, Pyłowych i Biologicznych
Centralny Instytut Ochrony Pracy – PIB

Filtry molekularne powietrza nawiewanego

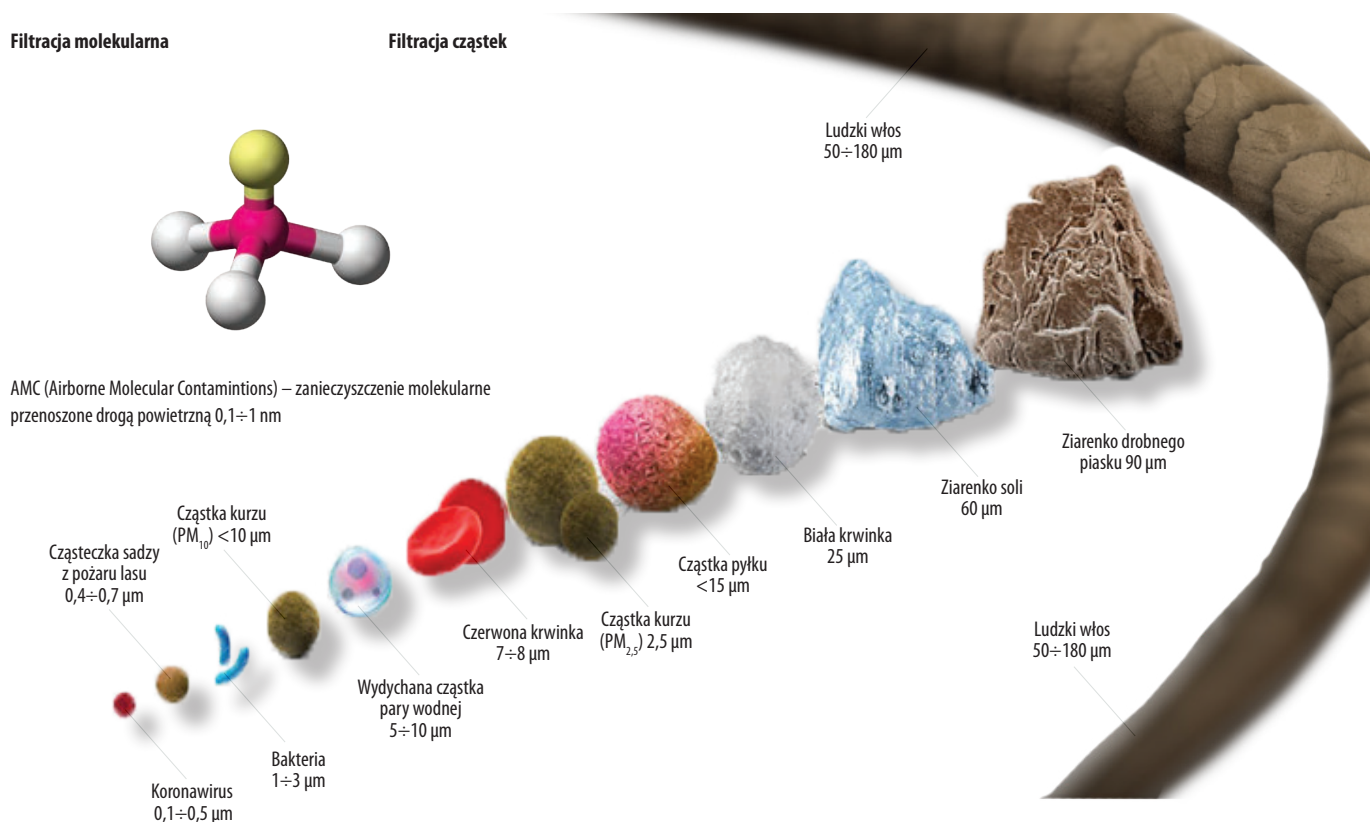
W styczniu 2025 r. zostały opublikowane rekomendacje Euroventu 4/26 zgodne z normą ISO 10121-3 dotyczące wyboru filtrów molekularnych do powietrza zewnętrznego w ogólnych systemach wentylacyjnych do typowych zastosowań. Dokument jest skierowany do specjalistów branży HVAC zajmujących się systemami wentylacyjnymi, w szczególności do projektantów, menedżerów obiektów i producentów filtrów powietrza.

W zaleceniach zostały omówione takie zagadnienia jak znaczenie filtracji molekularnej, najważniejsze zanieczyszczenia gazowe i ich wpływ na zdrowie, źródła informacji na temat lokalnego stężenia zanieczyszczeń gazowych w powietrzu, zasada działania i rodzaje filtrów molekularnych oraz praktyczne aspekty eksploatacji filtrów molekularnych. Dokument można pobrać bezpłatnie ze [strony internetowej Eurovent](#).

Powietrze zawiera zanieczyszczenia zarówno w formie aerozolu, jak i gazowej. Filtry cząsteczkowe są skuteczne w przypadku aerozolu, podczas gdy w przypadku zanieczyszczeń gazowych **należy stosować filtry molekularne**. Najczęstszymi zanieczyszczeniami w fazie gazowej w życiu codziennym są SO_2 , CO, NO_x , O_3 i LZO, a także zapachy często powstające w powietrzu jako zanieczyszczenia wtórne (takie jak amoniak, siarczany i węgiel organiczny).

Filtracja molekularna

Filtracja cząstek



Rys. 1a. Filtracja cząsteczkowa versus filtracja molekularna, źródło ©MANN+HUMMEL

Zanieczyszczenia gazowe są w wielu przypadkach pomijane, podczas gdy mogą powodować szkody porównywalne z cząsteczkami toksycznymi – ich właściwości pozwalają im dotrzeć do każdej części płuc, a nawet przedostać się do krwiobiegu. Wpływ zanieczyszczeń gazowych na zdrowie człowieka był w przeszłości szeroko badany. Wyniki ujawniły, że zarówno krótko-, jak i długotrwała ekspozycja na przekroczony poziom zanieczyszczeń gazowych może stanowić poważne zagrożenie dla zdrowia, szczególnie w zakresie chorób układu oddechowego i układu krążenia, które prowadzą do większej liczby przyjęć do szpitala, nieobecności w szkole i pracy, a nawet przedwczesnej śmierci.

Filtry cząsteczkowe versus filtry molekularne

Aby zrozumieć zasady działania stosowanych w systemach wentylacyjnych filtrów powietrza, należy najpierw podzielić je na dwie główne grupy, w zależności od zanieczyszczeń, które podlegają filtracji. Zanieczyszczenia mogą występować w postaci aerozoli lub fazy gazowej. Aerozol to mieszanina cząstek stałych i ciekłych zawieszonych w powietrzu, o szerokim zakresie wymiarowym od nanocząstek mniejszych niż 0,1 µm do cząstek grubych większych niż 10 µm. Zanieczyszczenia molekularne zwykle znajdują się w fazie gazowej. W celu zapewnienia właściwej jakości powietrza należy stosować różne systemy filtracji inne dla aerozoli, a inne w wypadku zanieczyszczeń gazowych.

Filtracja cząstek (aerozole)

Najpopularniejszą metodą oddzielania cząstek od strumienia powietrza w systemach wentylacji i klimatyzacji są filtry włókniste. Spadek ciśnienia filtra cząstek wzrasta z czasem z powodu gromadzenia się pyłu, co w przeciwieństwie do filtra molekularnego pozwala mu określić koniec jego żywotności po osiągnięciu końcowego spadku ciśnienia.

Innym sposobem określenia końca żywotności filtrów cząstek jest podejście wykorzystujące czas pracy, co oznacza, że filtr jest wymieniany po ustalonym okresie ze względów higienicznych, nawet jeśli końcowy spadek ciśnienia nie został jeszcze osiągnięty. Filtry powietrza znane jako urządzenia do oczyszczania powietrza w fazie gazowej (GP) mogą poprawić IQ poprzez usuwanie zanieczyszczeń cząsteczkowych z powietrza.

Początkowa wydajność filtra cząsteczkowego stopniowo zmniejsza się w trakcie jego eksploatacji, podczas gdy jego spadek ciśnienia pozostaje mniej więcej taki sam, jeśli jest on wystarczająco wstępnie filtrowany przez filtr cząstek. Dlatego też spadek ciśnienia nie może być używany do określania końca żywotności filtra fazy gazowej. Zamiast tego stężenie najbardziej istotnego

zanieczyszczenia za filtrem musi być ciągle lub okresowo monitorowane, aby określić konieczność wymiany filtra.

W przypadku filtrów molekularnych można stosować media takie jak zeolity, tlenki glinu, żywice jonowymiennne i inne, ale najczęściej stosuje się węgiel aktywny. Filtry fazy gazowej działają poprzez adsorpcję (nie absorbowanie) zanieczyszczeń na powierzchni urządzenia do oczyszczania powietrza z gazów. Wartość wydajności filtra do tych zastosowań, a także jego żywotność, zależą od całkowitej powierzchni materiału adsorbującego, od czasu przebywania lub od prędkości powietrza wewnątrz filtra, a także od stężenia zanieczyszczeń gazowych.

Zaczynając od nowego filtra fazy gazowej o określonej wartości wydajności dla danego zanieczyszczenia, wydajność będzie stopniowo spadać w trakcie jego eksploatacji, zwiększając efektywną powierzchnię węgla i osiągając punkt nasycenia. W miarę spadku wydajności, stężenie zanieczyszczeń przechodzących przez filtr, zawartych w przepływie powietrza za filtrem, odpowiednio wzrasta. Ten efekt, chociaż nieodwracalny, nie jest nieskończony. Żywotność tych filtrów ulega skróceniu, ponieważ ilość substancji impregnującej biorącej udział w reakcji chemicznej z zanieczyszczeniem w powietrzu przechodzącym przez sam filtr ulega zmniejszeniu.

Czas kontaktu

Jednym z najważniejszych parametrów prawidłowego doboru wielkości filtrów fazy gazowej jest czas kontaktu między cząsteczkowymi zanieczyszczeniami a materiałem adsorbującym.

Zgodnie z normą ISO 29464:2017 nazywa się to czasem przebywania. Jest on definiowany jako względny czas, w którym przyrost płynu lub zanieczyszczenia znajduje się w granicach objętości medium. Długi czas kontaktu zwiększa wydajność, ponieważ cząsteczki mają więcej czasu na znalezienie pustych powierzchni, z którymi mogą się połączyć.

Na czas kontaktu wpływa zarówno prędkość powietrza, jak i odległość przebyta przez adsorbent. Oprócz tych czynników, także dostępna powierzchnia adsorbentu, rozmiary porów i dodanie impregnacji chemicznej mogą wpływać na prawdopodobieństwo wychwytywania.

Z tego powodu ważne jest, aby wybierać filtry, które są oceniane zgodnie z normą ISO 10121-3 przy wymaganym natężeniu przepływu. Zwykle wydajność filtra wzrośnie przy niższych natężeniach przepływu.

Żywotność filtra

Elementy filtra należy wymienić, gdy stężenie zanieczyszczeń za nim osiągnie maksymalną dopuszczalną wartość projektową. Najskuteczniejszym sposobem określenia końca żywotności jest ciągle lub okresowe

Tabela 1. Zalecane i wymagane zintegrowane wydajności filtracji gazu

Kategoria	SUP 1 (G)	SUP 2 (G)	SUP 3 (G)	SUP 4 (G)	SUP 5 (G)
ODA 1 (G)	70%*	–	–	–	–
ODA 2 (G)	80%**	70%**	50%*	–	–
ODA 3 (G)	90%**	80%**	70%*	–	–

*zalecane

**wymagane

monitorowanie stężenia najbardziej istotnego zanieczyszczenia za filtrami lub w pomieszczeniu, do którego dostarczane jest powietrze. Gdy wartość jego stężenia jest bliska osiągnięcia maksymalnego dopuszczalnego progu, należy wymienić filtr. Koniec żywotności nie może zostać określony na podstawie spadku ciśnienia.

Jeśli nie ma monitorowania stężenia gazu, należy zastosować podejście oparte na czasie pozostałym do wymiany filtra.

Główne typy filtrów molekularnych

Filtry zanieczyszczeń molekularnych składają się zazwyczaj ze środka adsorbującego w postaci granulatu lub proszku, który może znajdować się w cylindrycznych wkładach, jak również modułach w kształcie litery V. Materiałem nośnym jest pianka, płyta metalowa lub włóknina.

Filtry kombinowane – filtry molekularne i cząstek stałych

Alternatywnym i szeroko stosowanym rozwiązaniem w systemach HVAC jest łączenie filtracji cząstek i filtracji molekularnej w jednym filtrze. Tego typu filtry są dostępne jako panele, worki lub elementy kompaktowe. Filtry molekularne można łatwo zainstalować w dowolnym nowym lub istniejącym systemie HVAC. Do filtrów cząsteczkowych można łatwo dołożyć filtr molekularny, bez żadnych modyfikacji konstrukcyjnych urządzeń, co poprawi efekt oczyszczania powietrza.

Zalecana klasa filtracji w zależności od kategorii powietrza

Zalecenie zawiera wskazówki dotyczące prawidłowej filtracji fazy gazowej zanieczyszczeń gazowych powietrza zewnętrznego. Jednak, jeśli powietrze w budynku jest w obiegu zamkniętym, może być konieczne zainstalowanie filtrów molekularnych na etapie, który wychwytyuje recyrkulowane powietrze.

Aby uprościć procedurę wyboru klasy filtra molekularnego, ale nadal brać pod uwagę wszystkie istotne czynniki, zalecenie Euroventu wprowadza metodę, która dopasowuje zalecaną minimalną wydajność filtracji zarówno do kategorii powietrza zewnętrznego, jak i powietrza nawiewanego. Aby zachować spójność

na poziomie międzynarodowym, metoda odnosi się do wartości granicznych zalecanych przez WHO. Ponieważ oszacowanie emisji gazów w pomieszczeniach jest zwykle trudne, zalecenie wskazuje również przykłady typowych zastosowań przypisanych do odpowiedniej kategorii powietrza nawiewanego.

W rekomendacji zdefiniowano trzy kategorie powietrza zewnętrznego ODA (G) i pięć kategorii warunków powietrza nawiewanego SUP (G) w odniesieniu do stężeń gazu.

Decyzja o zastosowaniu i właściwym wyborze filtra molekularnego zależy od indywidualnych warunków, takich jak lokalizacja i jakość powietrza, a także rodzaj budynku i liczba mieszkańców. Zastosowanie filtracji molekularnej jest szczególnie warte rozważenia w obiektach takich jak szpitale, szkoły i przedszkola, budynki publiczne, biurowe oraz mieszkalne wielorodzinne, które znajdują się na obszarach narażonych na wysoki poziom stężeń zanieczyszczeń gazowych określonych przez WHO jako szczególnie szkodliwe (O_3 , NO_2 , SO_2). Obszary te, to m.in.:

- › centra miast o dużym natężeniu ruchu,
- › tereny przemysłowe,
- › sąsiedztwo rzek i portów morskich (opary silników statków),
- › sąsiedztwo lotnisk (spaliny silników samolotów).

Zalecana minimalna skuteczność

W rekomendacji podano zalecaną sprawność filtracji potrzebną do przejścia z poziomu ODA (G) do pożądanego poziomu SUP (G) dotyczącego NO_2 , SO_2 lub O_3 . W przypadku, gdy więcej niż jeden z tych gazów przekracza limit, należy wziąć pod uwagę przynajmniej gaz o najwyższym przekroczeniu limitów (w procentach limitów).

Na podstawie materiałów Euroventu

Przetwornik wilgotności, temperatury i ciśnienia HF5A

W ofercie firmy **B&L INTERNATIONAL**, polskiego dystrybutora szwajcarskiej firmy Rotronic AG, wchodzącej w skład grupy Process Sensing Technologies, pojawił się przetwornik wilgotności, temperatury i ciśnienia HF5A. Jest on wyposażony w moduł NFC, co pozwala na jego szybkie programowanie za pomocą smartfona lub komputera. Urządzenie pracuje z wymiennymi sondami pomiarowymi (HC2/HC2A oraz RMS-HCD/PCD/TCD).

Na to warto zwrócić uwagę:

- › technologia NFC umożliwia łatwą parametryzację przetwornika za pomocą smartfona lub komputera z czytnikiem NFC,
- › solidna konstrukcja – HF5A jest dostarczany jako kompaktowe urządzenie montowane na ścianie w uszczelnionej obudowie o stopniu ochrony IP65,
- › przetwornik kompatybilny z różnymi czujnikami wilgotności i temperatury, zakres od 0 do 100% RH wilgotności względnej i od -100°C do +200°C,
- › dodatkowe opcje pomiaru obejmują pomiar CO₂ i różnicy ciśnienia,
- › w standardzie wyjścia analogowe 4-20 mA, 0...10 V i cyfrowe RS485 (MODBUS RTU).



Informacje: Przemysław Siwek
 tel. +48 22 751 00 73 wew. 19
 info@bil.com.pl
 www.bil.com.pl

REKLAMA

Energooszczędne
ogrzewanie

neoheat

POMPY CIEPŁA

z dofinansowaniem



Certyfikat Keymark - zgodność produktów z normami europejskimi



Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle

Niemiecka lista dofinansowań BAFA



PolREFF - niezależny certyfikat energooszczędności urządzeń



Sprawdź, gdzie kupić certyfikowane pompy ciepła Neoheat na stronie www.neoheat.pl

System sterowania F-Control



F-Control, oferowany przez firmę **FRAPOL**, to zaawansowana platforma automatyki zaprojektowana z myślą o kompaktowych centralach wentylacyjnych OnyX i Zenith. Sterownik już w standardzie wyposażono w moduł Wi-Fi, zapewniający zdalną łączność z systemem wentylacji z dowolnego miejsca na świecie. Standardem jest również moduł Bluetooth, dzięki

któremu pierwsze uruchomienie, regulacja i diagnostyka systemu stają się szybkie i intuicyjne. Dla użytkowników przygotowano aplikację mobilną F-Cloud, dostępną dla systemów Android i iOS. Rejestracja rekuperatora na stronie otwiera dostęp do szerokiej gamy funkcji związanych z zarządzaniem trybami pracy i harmonogramem, monitoringiem jakości powietrza czy autodiagnostyką. Dla instalatorów przewidziano aplikację F-Tool, umożliwiającą szybką konfigurację systemu, w tym pierwsze uruchomienie centrali, aktywację obsługi elementów peryferyjnych czy dostosowanie strumieni powietrza do potrzeb budynku i preferencji jego użytkowników. Sterownik ma modułową budowę, dzięki której funkcjonalność automatyki centrali wentylacyjnej może być dostosowana do konfiguracji systemu klimatyzacyjno-wentylacyjnego.

Informacje: Krzysztof Obertyn

tel. +48 697 200 153

www.frapol.com.pl

Na to warto zwrócić uwagę:

- › zdalne sterowanie dzięki wbudowanemu Wi-Fi, aplikacji mobilnej F-Cloud i witrynie internetowej,
- › modułowość – funkcjonalność sterownika można zwiększać dzięki opcjonalnemu modułowi rozszerzeń,
- › elastyczność – sterownik można integrować z systemami BMS, czujnikami obecności, jakości powietrza czy systemami zabezpieczenia antywłamaniowego budynku,
- › udogodnienia dla instalatora – aplikacja F-Tool w połączeniu ze standardowym modułem Bluetooth i Wi-Fi umożliwia bezproblemowe uruchomienie, regulację i diagnostykę centrali wentylacyjnej.

Nawilżacz heaterSteam Titanium



Firma **CAREL** oferuje bardzo precyzyjny i niezawodny nawilżacz heaterSteam Titanium z tytanowymi grzałkami. Jest on przeznaczony do najbardziej wymagających zastosowań przemysłowych. Sprawdza się w salach operacyjnych w szpitalach, bibliotekach oraz muzeach, w których eksponaty wymagają stałych warunków temperatury i wilgotności

względnej, a także w pomieszczeniach czystych i laboratoriach badawczych, w których precyzja i ciągłość pracy są priorytetem.

Nawilżacz heaterSteam Titanium wyszedł poza wzorzec w odpowiedzi na sygnał kontrolny z dokładnością do $\pm 1\%$. Kompleksowa rozbudowa gamy produktów z modulacją (0 to 100%) zapewnia zachowanie przez heaterSteam Titanium dokładności nawet wtedy, gdy wymagania dotyczące nawilżania są zbyt niskie oraz kiedy większość nawilżaczy odnotowałoby istotny spadek w efektywności pracy.

Modulacja ograniczonej liczby sond i funkcje podgrzewania z sensorami NTC pozwalają na bardzo szybkie odnotowanie zmian w panujących warunkach. Dzięki temu urządzenie natychmiast produkuje parę. Możliwości stworzenia systemu złożonego z kilku urządzeń (powyżej dwudziestu) w konfiguracji Master/Slave rozszerza pole zastosowań.

Informacje: Dział marketingu

Alfaco Polska Sp. z o.o.

marketing@alfaco.pl

www.alfaco.pl

Na to warto zwrócić uwagę:

- › protokoły Modbus and BACnet jako standard pozwalają nawilżaczowi na połączenie się z dowolnym interfejsem,
- › innowacyjny Webserver daje możliwość zarządzania dotychczasowym systemem nawilżania poprzez tablet oraz PC – zarządzanie w czasie rzeczywistym pracą, monitoringiem, prognozami, weryfikacją statusu jednostek i rutynowymi konserwacjami,
- › port USB pozwala na łatwą i szybką aktualizację oprogramowania w przypadku nowych aktualizacji.

Klimatyzator ANDE z serii QUANTUM



Oferowany przez firmę **ANG KLIMATYZACJA** klimatyzator ścienny ANDE QUANTUM to synonim nowoczesnego wzornictwa i zaawansowanej technologii. Wpisuje się w trendy wnętrzarskie, stając się nie tylko funkcjonalnym, ale i estetycznym elementem wyposażenia.

Dzięki wysokiej klasie energetycznej A++ urządzenie jest nie tylko przyjazne dla środowiska, ale również gwarantuje oszczędności podczas użytkowania. Nowoczesne technologie umożliwiają precyzyjną kontrolę temperatury i zapewniają równomierne rozprowadzenie powietrza dzięki czterem kierunkom nawiewu powietrza 4D AIR FLOW.

Na to warto zwrócić uwagę:

- › klasa energetyczna A++,
- › jonizator COLD PLASMA, filtr PM_{2,5},
- › czterokierunkowy nawiew 4D AIR FLOW,
- › wbudowany moduł Wi-Fi 2.0,
- › grzałka tacy ociekowej, połączane lamele,
- › 5 lat gwarancji.

Klimatyzator ANDE Quantum ma także zaawansowane funkcje zaprojektowane w trosce o zdrowie użytkowników. Wyposażony w jonizator Cold Plasma skutecznie usuwa nieprzyjemne zapachy oraz szkodliwe substancje. Dodatkowo, dzięki funkcji sterylizacji i-Clean 2.0, urządzenie usuwa wilgoć oraz eliminuje bakterie i wirusy.

Dla zagwarantowania pełnej wygody wbudowany moduł Wi-Fi umożliwia zdalne sterowanie klimatyzatorem z poziomu smartfona lub tabletu, dzięki temu użytkownicy mogą łatwo dostosować ustawienia urządzenia, gdziekolwiek się znajdują. ANDE Quantum sprawdza się nie tylko latem, ale również w chłodne dni. Wbudowana grzałka tacy ociekowej skutecznie zapobiega oblodzeniu wymiennika ciepła, co umożliwia wydajne ogrzewanie podczas silnych mrozów. Ponadto klimatyzator ma inteligentną funkcję zapobiegającą wychładzaniu się pomieszczeń. Po jej uruchomieniu urządzenie w trybie ogrzewania włącza się, gdy temperatura spadnie poniżej 8°C.

Informacje: Monika Hopej

tel. + 48 573 006 407

monika.hopej@ang.com.pl

<https://www.myande.pl/>

REKLAMA



UKŁAD ODZYSKU GLIKOLOWEGO

W pełni funkcjonalny układ, wraz z systemem automatyki



NOWOŚĆ



Możliwość rozdzielania
układu nawiewu i wywiewu

76%

Sprawność odzysku
ciepła do 76%



Gwarancja odseparowania
strumieni powietrza
nawiewanego i wywiewanego



Idealne rozwiązanie dla
placówek medycznych

Pytanie do eksperta



Czy dobra jakość środowiska wewnętrznego (IEQ) i komfort mogą iść w parze z efektywnością energetyczną?

Dobra jakość powietrza w pomieszczeniach ma fundamentalne znaczenie dla użytkowników. Jednak najczęściej głównym parametrem, brany pod uwagę podczas projektowania instalacji dotyczących klimatu wewnętrznego, jest efektywność energetyczna. Może to prowadzić do rozbieżności pomiędzy utrzymaniem jakości klimatu wewnętrznego w pomieszczeniu, a zużyciem energii. Aby dobra jakość środowiska wewnętrznego (IEQ) i komfort wzajemnie się nie wykluczały, konieczna jest optymalizacja projektu.

Najpopularniejszym sposobem zapewnienia dobrej jakości środowiska wewnętrznego jest zaprojektowanie rozwiązań zakładających nieprzekraczanie wymaganych przepływów powietrza w każdym pomieszczeniu. Aby określić minimalny potrzebny przepływ powietrza, należy uwzględnić takie parametry jak sposób użytkowania pomieszczeń, liczbę użytkowników i aktywność w danej przestrzeni. Przewodami wentylacyjnymi trzeba dostarczyć świeże powietrze również do pomieszczenia najbardziej oddalonego od punktu nawiewu, a to często wymaga zwiększenia ciśnienia powietrza w instalacji. W pozostałych pomieszczeniach zlokalizowanych wzdłuż określonej trasy instalacji zwiększone ciśnienie musi być regulowane za pomocą przepustnic. Jeżeli sposób ich otwierania i zamykania nie zostanie prawidłowo zaprojektowany, może to doprowadzić do niepotrzebnego zużycia energii, a także niepożądanego hałasu.

Wentylacja ze stałym przepływem powietrza vs. wentylacja zależna od potrzeb

Często stosowanym rozwiązaniem jest wentylacja o stałej objętości powietrza (CAV), która jednak nie uwzględnia różnic dotyczących liczby użytkowników lub wykorzystania pomieszczeń. W momencie, gdy część z nich nie jest użytkowana lub jest wykorzystywana w stopniu mniejszym od zakładanego, istnieje duże ryzyko zarówno marnowania energii, jak i powodowania uciążliwego hałasu.

Dostosowanie przepływu powietrza do rzeczywistych potrzeb użytkowników zapewnia wentylacja zależna od potrzeb (DCV). Oprócz regulacji pracy przepustnic system DCV umożliwia również zmianę prędkości wentylatorów w centralach wentylacyjnych (AHU), co minimalizuje zużycie energii. Funkcja ta powszechnie nazywana jest optymalizacją ciśnienia. Co więcej, jeśli zamiast tego system kanałów zostanie zaprojektowany z przepustnicami strefowymi dla każdej strefy i przepustnicami pomieszczeniowymi dla każdego pomieszczenia, optymalizacja ciśnienia w centrali wentylacyjnej zapewni dalszą efektywną dystrybucję przepływu powietrza w całym systemie.

Dwuetapowa optymalizacja

W celu obniżenia zużycia energii zaleca się optymalizację dwuetapową. Oznacza to, że przepustnice strefowe optymalizują swoje położenie w zależności od przepustnic pomieszczeniowych, a ciśnienie w centrali jest ustawiane w zależności od przepustnic strefowych. W sytuacji, kiedy przepustnica pomieszczeniowa musi zapewnić większy przepływ powietrza, przepustnica strefowa otwiera się, aby zwiększyć przepływ. Jeśli ciśnienie powietrza będzie w dalszym ciągu zbyt niskie, aby zaspokoić potrzeby użytkowników w pomieszczeniu, wartość zadana ciśnienia centrali zostanie zwiększona. I odwrotnie, jeśli zapotrzebowanie na powietrze w pomieszczeniu zostanie zmniejszone, przepustnica strefowa zamyka się, aby zmniejszyć przepływ powietrza, a centrala wentylacyjna może obniżyć ciśnienie powietrza, a tym samym zmniejszyć zużycie energii.

Kiedy strategiczne regulacje położenia przepustnic i kontrola poziomów ciśnienia zostaną uwzględnione w tym samym algorytmie optymalizacji uzyskuje się szereg korzyści. Cztery kluczowe to:

- redukcja hałasu – duże przepływy powietrza są zwykle gwałtowne, co może powodować hałas lub prowadzić do wibracji elementów mechanicznych; zoptymalizowane położenie przepustnic oraz opty-

malizacja poziomów ciśnienia pozwalają na cichszą pracę instalacji;

- › efektywność energetyczna – zapewniona dzięki temu, że powietrze kierowane jest tylko do tych pomieszczeń i przestrzeni budynku, w których jest potrzebne;
- › wydłużenie żywotności urządzeń – zoptymalizowana praca instalacji obniża obciążenie jej elementów, co zmniejsza potrzebę jej konserwacji;
- › komfort wewnętrzny w pomieszczeniu – optymalne rozmieszczenie przepustnic pozwala na kontrolę temperatury, która odpowiada rzeczywistym potrzebom, zostają uwzględnione różne poziomy obciążenia i preferencje użytkowników.

Podsumowując, dwuetapowy algorytm optymalizacji poprawia zarówno efektywność energetyczną, jak i IEQ, zapewniając w pomieszczeniu właściwy komfort, który sprzyja efektywności pracy i dobremu samopoczuciu użytkowników.



Niklas Jacobsson

Product Manager
Swegon

REKLAMA



VS



Trudny wybór? Ale zawsze właściwy!

Zarówno AERISnext, jak i DRAFTON PRO to najlepsze rekuperatory z oferty Ventermo – cechuje je najwyższa jakość gwarantująca osiągnięcie przez system wentylacji maksymalnych parametrów energooszczędności: aż do 95% odzysku ciepła.

Jeśli budujesz dom i nie wiesz jaki rekuperator wybrać - skontaktuj się z nami

www.aeris.pl www.draftonpro.pl

Ventermo®

SYSTEMOWE ROZWIĄZANIA DLA REKUPERACJI

Teoria połączona z praktyką

Wizyta studentów AGH w firmie Frapol

W ramach cyklicznych spotkań ze studentami, firma Frapol zaprosiła do siebie studentów z Akademii Górniczo-Hutniczej z katedry Inżynierii Środowiska wydziału Inżynierii Lądowej i Gospodarki Zasobami.



foto. Agata Strug

Studenci mieli okazję zwiedzić halę produkcyjną oraz poszerzyć wiedzę podczas szkolenia produktowego. Poruszano kilka tematów.

Automatyka HVAC-R oraz PPOŻ.

Uczestnicy poznali specyfikę układów automatyki central wentylacyjnych, rekuperatorów oraz urządzeń wyposażonych w układy sprężarkowe, w tym [flagowej, ważnej] pompy ciepła znajdującej się w ofercie firmy. Zaznajomili się także z układami automatyki systemów – układy te kontrolują rozprzestrzenianie się dymu i ciepła w trakcie pożaru – oraz z zagadnieniami dotyczącymi eksploatacji central wentylacyjnych i systemami wizualizacji oraz archiwizacji danych.

Systemy przeciwpożarowe

Studenci zapoznali się z produktami przeciwpożarowymi, stosowanymi w branży wentylacji mechanicznej i grawitacyjnej. Poznali wyzwania, z jakimi mierzą się projektanci systemów napowietrzania i oddymiania wspólnych obiektów budowlanych. Pokazano im ofertę produktów z dziedziny bezpieczeństwa oraz ochrony użytkowników i mienia w trakcie pożaru.

Centrale wentylacyjne z rekuperatorem

Uczestnicy poznali wybrany typoszereg central oraz specyfikę ich budowy. W ramach szkolenia omówiono także innowacyjne rozwiązania Frapol, takie jak wymienniki periodyczne, system Frapol HOME, propanową pompę ciepła i system EMS.

Centrale klimatyzacyjno-wentylacyjne AF

Studenci zapoznali się ze zróżnicowanymi konfiguracjami central klimatyzacyjno-wentylacyjnych, ich wyposażeniem oraz możliwościami zmiany parametrów i dostosowywania ich do sytuacji zastanych w budynkach. W ramach szkolenia, studenci mieli okazję zwiedzić główną halę produkcyjną i zapoznać się z poszczególnymi etapami produkcji central wentylacyjnych.

Wysiłki firmy Frapol w dzieleniu się wiedzą i doświadczeniem przekładają się na rozwój przyszłych inżynierów, którzy mogą czerpać z nich realne korzyści oraz stosować je w dalszej pracy zawodowej. Zaangażowanie i zainteresowanie studentów prezentowanymi rozwiązaniami są dla organizatorów najlepszym dowodem na to, że takie inicjatywy mają sens i przyczyniają się do kształtowania nowego pokolenia specjalistów w branży wentylacyjno-klimatyzacyjnej.

Marcin Czerwiński
Frapol Sp. z o.o.

Międzywydziałowy projekt interdyscyplinarny BIM (mpiBIM)

Edycja VIII



fol. Ireneusz Czmocho

przed którymi stoją zespoły realizujące interdyscyplinarny projekt (mpiBIM). Studenci zakończyli właśnie prace 8 edycji międzywydziałowego projektu interdyscyplinarnego BIM (mpiBIM) 2024/2025 w Politechnice Warszawskiej.

W trakcie zajęć mpiBIM studenci z czterech wydziałów – Architektury, Inżynierii Lądowej, Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska oraz Zarządzania – po raz pierwszy na studiach mieli do czynienia z tak rozbudowaną i wszechstronną współpracą międzybranżową. Tworząc koncepcję i znajdując rozwiązania techniczne wybranych zadań projektowych, opracowali w ciągu semestru 6 projektów nowoczesnych budynków wysokościowych zlokalizowanych w centrum Warszawy. Koncepcje projektowe zostały zamodelowane za pomocą narzędzi BIM, stanowiąc dodatkową płaszczyznę koordynacji, analiz i międzybranżowej wymiany danych.

W tym roku zespół instalatorów reprezentowali studenci Wydziału Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska PW – Piotr Biront, Marcin Bobel, Jakub Jakimiuk, Jan Jurek, Natalia Leszczyńska, Natalia Lisicka, Bartosz Mantorski, Weronika Mężyrńska, Paweł Nieściór, Stanisław Polnik, Paweł Rulak, Mateusz Sarzyński, Andrzej Waldeker, Oliwia Wichowska oraz Piotr Wronko. Studenci poza opracowaniem koncepcji instalacyjnych obejmujących systemy wentylacji, klimatyzacji, ogrzewania oraz wodno-kanalizacyjnych stworzyli także podstawy do opracowania rozwiązań racjonalnych energetycznie i oszczędnych na etapie eksploatacji. Całość koncepcji została przedstawiona w modelu BIM, stanowiąc podstawę dalszych zestawień, analiz i prezentacji.

W imieniu zespołu mentorów projektu – Marty Chludzińskiej, Jarosława Chudzikiego i Piotra Bartkiewicza chcielibyśmy pogratulować uczestnikom osiągniętych wyników, ciekawych systemów, wielu doświadczeń interdyscyplinarnych oraz inspirujących prezentacji końcowych.



fol. Ireneusz Czmocho



fol. Ireneusz Czmocho

Nowoczesne kształcenie studentów z wykorzystaniem interdyscyplinarnych zadań projektowych staje się dobrym przykładem działań edukacyjnych najważniejszych uczelni w Polsce i na świecie. Znaczące poszerzenie zakresu opracowań projektów instalacyjnych, współpraca z innymi branżami, poradenie sobie z nowymi wyzwaniami budownictwa zrównoważonego oraz zapoznanie się z nowoczesnymi narzędziami projektowymi i symulacyjnymi to najważniejsze zadania,



Na początku był bunt

Moja pasja towarzyszy mi od najmłodszych lat, bo motocykl był miejscem moich zabaw i... snu. To umiłowanie motoryzacji trwa do dzisiaj.



Robert Leszek
Daikin Airconditioning
Poland Sp. z o.o.
Key Account Manager
Transport Refrigeration

Moja pasja wyrosła z buntu... mojego ojca. Na przełomie lat 60. i 70., gdy był już dorosłym mężczyzną, marzył o posiadaniu własnego motocykla, ale moja babcia (a jego mama) kategorycznie sprzeciwiała się temu ze względów bezpieczeństwa. Ten argument jednak mojego ojca nie przekonał, wręcz przeciwnie, aby wyrazić swój sprzeciw, nie informując rodziców, opuścił dom i wyjechał do stryja na drugi koniec Polski, 350 km dalej. Kilka lat później miał już własny, nowy niemiecki motocykl MZ250, na który musiał sam zarobić. Co było później? Później przyszedłem na świat ja. Jedno z moich pierwszych wspomnień wiąże się z jazdą motocyklem. Była jesień, opatulony w kombinezon jechałem z tatą i mamą pomiędzy nimi. Pech chciał, że na szutrowej drodze wysunąłem się i zaliczyłem pierwszy motocyklowy upadek. Na szczęście prędkość była bardzo mała, a mnie, chociaż miałem wtedy tylko 2 lata, nic się nie stało. W połowie lat 80. pojawił się w domu drugi motocykl (nowsza wersja tego pierwszego). Nowym tata jeździł do pracy, a stary służył, jako... miejsce dla mnie. Nie było wówczas Internetu ani kilkunastu kanałów z bajkami w telewizji, dlatego jako mały chłopiec, godzinami przesiadywałem na motocyklu, wystawionym z garażu na podwórko, do momentu, aż na nim usypiałem. Wtedy dziadkowie przenosili mnie na rękach do domu, a ja przez sen cały czas wydawałem dźwięki „brum, brum”.

Lata mijały – gdy byłem w szóstej klasie, dostałem od dziadka motorower ROMET 50. W liceum miałem już

motocykl MZ150. Dzisiaj jestem właścicielem dwóch maszyn – kultowej Yamahy FZR600 z 1992 odrestaurowanej do stanu fabrycznego i Triumphu SpeedTwin 1200, który kupiłem sobie na czterdzieste urodziny.

Zainteresowania – w jakiegokolwiek formie – sprawiają, że każdy dzień życia jest inny. Nie ma monotonii. Jest do czego wracać po pracy, można po wykonaniu obowiązków rodzinnych oderwać się na moment od codzienności. Pasja to jeden z filarów codzienności, to spełnianie marzeń i samorealizacja. Warto się jej poświęcić, bo czujemy, że żyjemy, a życie jest tylko jedno.

Dla mnie jazda motocyklem to chwile tylko dla siebie. W ten sposób zapominam o obowiązkach i problemach. Skupiam się na sobie i na otoczeniu wokół. Nie myślę, co będzie później. Pomimo że nie angażuję rąk i nóg w wysiłek, tak jak np. podczas jazdy rowerem, po kilku godzinach i tak jestem zdrowo zmęczony. Znowu mam naładowane baterie i nie mogę się doczekać, kiedy ruszę w nową trasę. Lubię to. Za każdym razem inne otoczenie i nowe miejscowości, czasem mniej, czasem bardziej bezpiecznie.

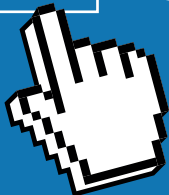
Uważam, że każdy powinien mieć pasję. Dlaczego? Bo dzięki niej rozwija się emocjonalnie i intelektualnie, poznaje siebie, swoje słabe i mocne strony. Ponadto poznaje ludzi o tych samych zainteresowaniach. Dla mnie pasja to spełnienie jednego z dziecięcych marzeń i powód uśmiechu.

Robert Leszek

cyrkulacje

Magazyn branży HVACR

PDF można pobrać ze strony www.cyrkulacje.pl



**Stowarzyszenie
Polska
Wentylacja®**

Stowarzyszenie Polska Wentylacja jest zrzeszeniem osób zawodowo związanych z branżą wentylacyjną: dostawców, projektantów, wykonawców oraz niezależnych ekspertów. Celem Stowarzyszenia jest upowszechnianie skutecznych sposobów wentylowania w budownictwie oraz wspieranie rozwoju branży.