11/2026
listopad
ISSN 0137-3676
e-ISSN 2449-9900
tom 57 (11)
Cena: 18,50 zł
(w tym VAT 8%)
COW

CIEPŁOWNICTWO OGRZEWNICTWO WENTYLACJA

POLSKIE ZRZESZENIE INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW SANITARNYCH

DISTRICT HEATING · HEATING · VENTILATION

Wydawane od 1969 roku

MAGNETOODMULACZ SIATKOWO-INERCYJNY IOW/M

Zatrzymuje osady • Ogranicza awarie

4 mechanizmy oczyszczania

- Separacja inercyjna
- Filtracja siatkowa
- Separacja magnetyczna
- Sedymentacja



Chroń urządzenia
Ułatwiaj eksploatację

Dla węzłów cieplnych, kotłowni i instalacji przemysłowych

Średnice **DN 32 – 150**

Temperatura pracy **do 150°C**

Ciśnienie nominalne **do 1,6 MPa**

INFRACORR
Rok założenia 1984

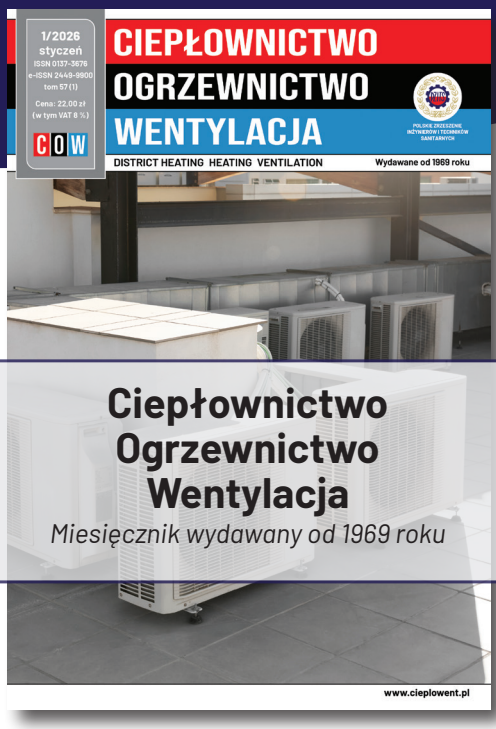
www.infracorr.com.pl

ul. Raduńska 20C
83-331 Niestępowo

Czasopisma Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych w nowej odsłonie

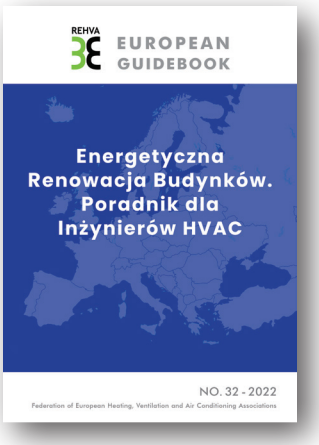


Gaz Woda i Technika Sanitarna
Miesięcznik wydawany od 1921 roku



Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja
Miesięcznik wydawany od 1969 roku

Zapisz się na **bezpłatną** prenumeratę czasopism, a otrzymasz e-poradnik: „REHVA GB.32: Energetyczna renowacja budynków. Poradnik dla inżynierów HVAC”





Dołącz już dziś do grona specjalistów i otrzymuj bezpłatną prenumeratę czasopism PZITS.

Więcej szczegółów na stronie:
www.pzits.pl/prenumerata

Szanowni Czytelnicy,



oddajemy w Wasze ręce listopadowy numer naszego miesięcznika, w którym znajdziecie Państwo kolejną porcję informacji przydatnych w codziennej pracy polskich inżynierów z branży sanitarnej. Część naukowo-techniczna tego wydania koncentruje się na komforcie cieplnym w salach operacyjnych oraz eksploatacyjnej efektywności energetycznej pomp ciepła, ale w numerze znajdziecie Państwo również artykuły dotyczące rozkładu ciśnień w pomieszczeniach czystych oraz bezpieczeństwa instalacji wodociągowych i inne.

Anna Bogdan z zespołem próbuje odpowiedzieć na pytanie, czy za pomocą modyfikacji systemu wentylacji można choć częściowo zmniejszyć nierozwiązywalny konflikt pomiędzy skrajnie różnymi wymaganiami cieplnymi pacjenta na stole operacyjnym i personelu – pracującego przy tym stole. W pierwszym z artykułów przeanalizowano wyniki pomiarów parametrów cieplnych przeprowadzonych 24 salach operacyjnych w 10 szpitalach. Stosowana zwykle metoda oceny komfortu cieplnego (PMV, PPD) nie została opracowana dla tak specyficznej sytuacji jak pacjent na stole operacyjnym i dlatego uzyskane wyniki – choć stanowią dobrą podstawę do porównań ilościowych – mogą jednak nie być do końca miarodajne. Ostateczną miarą komfortu cieplnego człowieka jest… człowiek. W drugim z artykułów dotyczącym tego tematu przyjęto inne podejście: w sali operacyjnej, precyzyjnie zasymulowanej w laboratorium, przebadano komfort cieplny 50 młodych, zdrowych ochotników – poddając ich wpływowi różnych temperatur i systemów wentylacyjnych. W ankietach, wypełnianych co 30 minut podczas symulowanej „operacji" określali oni szczegółowo swoje subiektywne odczucia cieplne.

Pompy ciepła stały się typowym źródłem ciepła dla budynków. Wiele instalacji ma za sobą już co najmniej kilkuletnią eksploatację – jednak dotąd nie powstało kompleksowe opracowanie dotyczące faktycznej, eksploatacyjnej sprawności pomp ciepła w Polsce. W artykule Andrzeja Górki przeanalizowano dane eksploatacyjne powietrznej pompy ciepła wspomaganej grzałką elektryczną, uzyskane podczas zimowego miesiąca pracy. Temperatura powietrza zewnętrznego w tym okresie wahała się od –14°C do +11°C, co pozwoliło zaobserwować funkcjonowanie urządzenia w szerokim zakresie zmienności warunków pracy. Zwrócono uwagę na – wciąż niedoceniany – wpływ systemu sterowania instalacji HVAC na końcową efektywność energetyczną systemu.

Z kolei Maciej Cierpikowski prezentuje skuteczne rozwiązania kontroli kaskady ciśnień w laboratoriach i pomieszczeniach czystych. Coraz bardziej szczelne pomieszczenia ułatwiają uzyskanie wysokiej klasy czystości w pomieszczeniach ale też stawiają coraz wyższe wymagania przed systemami sterowania ciśnieniem powietrza.

W zakresie bezpieczeństwa instalacji wodociągowych, w bieżącym numerze znajdziecie Państwo przegląd problemów, które mogą wynikać z zastosowania poszczególnych rozwiązań projektowych i materiałowych – opracowany na podstawie bogatego doświadczenia autora, Adama Brząkowskiego, a także charakterystykę wymagań dotyczących obowiązkowej oceny ryzyk w wewnętrznych instalacjach wodociągowych. W tematyce eksploatacji sieci ciepłowniczych zamieszczamy natomiast artykuł charakteryzujący źródła zanieczyszczeń mechanicznych, ich wpływ na urządzenia ciepłownicze oraz metody ich usuwania z wody obiegowej.

Mając nadzieję, że przedstawione artykuły będą przydatne w Państwa pracy, zapraszam do lektury.

Andrzej Górka

Odwiedź nową stronę czasopisma

cieplownictwoogrzewnictwowentylacja.pl



oraz nowe media społecznościowe:

www.facebook.com/COW.PZITS

www.linkedin.com/company/cow-ciepłownictwo-ogrzewnictwo-wentylacja

Zapraszamy na stronę internetową prowadzoną przez nowego wydawcę. Udostępniamy tam aktualne numery, materiały redakcyjne oraz bieżące informacje. Zachęcamy również do śledzenia mediów społecznościowych.



Numer 57/11 listopad 2026

Andrzej Górka – Na pierwszy rzut oka.....1

Nauka i Technika

Anna Bogdan, Dominika Kwiecińska, Marcin Michalski – Ocena środowiska cieplnego w mikrośrodowisku stołu operacyjnego w salach z wentylacją mieszającą i jednokierunkową / Assessment of the thermal environment in the operating-table microenvironment in rooms with mixing and unidirectional airflow ventilation 3

Dominika Kwiecińska, Anna Bogdan, Marcin Michalski - Komfort cieplny użytkowników sal operacyjnych - wpływ systemu wentylacji / Thermal comfort of operating room users – the impact of the ventilation system 8

Andrzej Górka – Efektywność energetyczna powietrznej pompy ciepła w małym budynku biurowym / Operational efficiency of an air-source heat pump with an electric heater in a small office building 14

Partnerzy w technologii

Joanna Borkowska – Zanieczyszczenia mechaniczne w sieciach ciepłowniczych – metody ich usuwania na przykładzie odmulaczy siatkowo-inercyjnych IOW 17

Maciej Cierpikowski – Ciśnienie pod kontrolą: niewidzialny strażnik laboratoriów i pomieszczeń czystych 20

Adam Brząkowski – Instalacje wody użytkowej w budynkach – wpływ rozwiązań projektowych i materiałowych na higienę wody i komfort użytkowania.....28

Andrzej Jurkiewicz – Przyszłość naszych dzieci zależy od nas / Our children's future depends on us 32

Prawo

Andrzej Falkowski – Kto może oceniać ryzyko w wewnętrznych instalacjach wodociągowych?.....37

Wydarzenia

KONKURS o nagrodę im. Aleksandra Dariusza Panka III edycja 13

XII Podlaska Konferencja Ciepłownicza 2026 39

Zaproszenie na Konferencję Environmental Protection and Energy 2026.....40

Solar Energy Expo 2027 – technologie, inwestycje i kierunki rozwoju branży OZE 41

Podsumowanie FORUM TERMOMODERNIZACJA 2026 42

PZITS w działaniu

DRI 2026 – Dobra Relacja, Dobra Instalacja! Dobre relacje to fundament dobrej współpracy.....43

Nadchodzące Wydarzenia.....44

Informacje dla autorów znajdują się na stronie:
www.cieplownictwoogrzewnictwowentylacja.pl/wspolpraca-z-autorami

Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja, Miesięcznik Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych,
Rok założenia: 1969
Czasopismo recenzowane
Wersja pierwotna czasopisma: elektroniczna
ISSN 0137-3676, e-ISSN 2449-9900

KOLEGIUM REDAKCYJNE/Editorial Board

REDAKTOR NACZELNY/Editor in Chief
dr hab. inż. Anna Bogdan, prof. PW

REDAKTORZY TEMATYCZNI/Subject Editors
Ciepłownictwo/District heating
— dr hab. inż. Bożena Babiarz, prof. PRz
— mgr inż. Ewa Kręcielewska
— mgr inż. Barbara Rubik
— prof. dr hab. inż. Robert Sekret
Chłodnictwo i pompy ciepła/Refrigeration and heat pumps
— dr inż. Marian Rubik
— dr inż. Piotr Ziętek
Jakość powietrza/Air quality
— dr hab. inż. Robert Cichowicz, prof. PŁ
Wentylacja, klimatyzacja, ogrzewnictwo/ Ventilation, air conditioning, heating
— dr hab. inż. Tomasz Cholewa, prof. PL
— dr hab. inż. Joanna Ferdyn-Grygierek, prof. PŚ
— dr inż. Andrzej Górka
— mgr inż. Wojciech Ratajczak
— dr inż. Sylwia Szczęśniak
— dr hab. inż. Ewa Zender-Świercz, prof. PŚk

WYDAWNICTWO POLSKIEGO ZRZESZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW SANITARNYCH
ul. Czackiego 3/5, 00-043 Warszawa
tel: 22 826 28 94
e-mail: wydawnictwo@pzits.pl, www.pzits.pl

Szczegóły prenumeraty:
www.pzits.pl/prenumerata

ADRES REDAKCJI
ul. Czackiego 3/5 pokój 217
00-043 Warszawa
redakcja@cieplownictwoogrzewnictwowentylacja.pl
www.cieplownictwoogrzewnictwowentylacja.pl

SKŁAD I OPRACOWANIE GRAFICZNE
Agnieszka Chojnacka
Polskie Zrzeszenie Inżynierów
i Techników Sanitarnych

DRUK
Zakład Poligrafii i Kolportażu Wydawnictwo SIGMA-NOT Sp. z o. o.
ul. Ks. J. Popiełuszki 19/21, 01-595 Warszawa
Miejsce i data wydania: Warszawa 11/2026
Nakład: 260 egzemplarzy

INFORMACJE DODATKOWE
Czasopismo znajduje się w wykazie czasopism naukowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.
Czasopismo jest indeksowane w: BazTech, EBSCO, Index Copernicus ICV 2025 = 82.06 oraz w Polskiej Bibliografii Naukowej (PBN), będącej częścią Zintegrowanego Systemu Informacji o Szkolnictwie Wyższym i Nauce POL-on. Artykuły są rejestrowane w bazie danych CrossRef. Każdy artykuł ma numer identyfikacyjny DOI.

Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za treść ogłoszeń.

DOI: 10.65545/COW.2026.11.01



Ocena środowiska cieplnego w mikrośrodowisku stołu operacyjnego w salach z wentylacją mieszającą i jednokierunkową

Assessment of the thermal environment in the operating-table microenvironment in rooms with mixing and unidirectional airflow ventilation



Dr hab. inż. Anna Bogdan, prof. PW

ORCID ID: 0000-0003-1502-6548
Wydział Inżynierii Środowiska
Politechnika Warszawska



Mgr inż. Dominika Kwiecińska

ORCID ID: 0009-0001-3323-6998
Wydział Inżynierii Środowiska
Politechnika Warszawska
dominika.kwiecinska@pw.edu.pl



Mgr inż. Marcin Michalski

ORCID ID: 0009-0004-6522-2138
Wydział Inżynierii Środowiska
Politechnika Warszawska

Słowa kluczowe: sala operacyjna, środowisko cieplne, komfort cieplny, PMV, wentylacja jednokierunkowa, wentylacja mieszająca

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki pomiarów parametrów środowiska cieplnego w mikrośrodowisku operacyjnym. Temperaturę, wilgotność względną i prędkość powietrza oraz temperaturę poczernionej kuli mierzono w trzech punktach stołu operacyjnego: na wysokości głowy, brzucha i stóp pacjenta. Na podstawie ostatnich 30 minut rejestracji obliczono średnią temperaturę promieniowania, temperaturę operacyjną oraz wskaźniki PMV i PPD wg PN-EN ISO 7730 osobno dla pacjenta i dla personelu operacyjnego. Średnia temperatura powietrza wynosiła 22,3°C (MV) i 22,2°C (LAF), a różnice między systemami nie były istotne statystycznie ($p > 0,4$). Rodzaj wentylacji różnicował natomiast prędkość powietrza i ryzyko przeciągu. Dla pacjenta uzyskano PMV = −1,80 w obu grupach (PPD ≈ 64%), dla personelu PMV = +0,69 (PPD ≈ 16%). Wyniki wskazują, że o warunkach cieplnych w mikrośrodowisku operacyjnym decyduje zadana temperatura powietrza, a nie rodzaj systemu wentylacji, oraz że przy obecnych nastawach żadna z grup użytkowników nie ma zapewnionego komfortu cieplnego.

Keywords: operating room, thermal environment, thermal comfort, PMV, laminar airflow, mixing ventilation

Abstract

The paper presents measurements of the thermal environment in the operating microenvironment. Air temperature, relative humidity, air velocity and black-globe temperature were measured at three points of the operating table, at the patient's head, abdomen and feet. Using the last 30 minutes of each record, mean radiant temperature, operative temperature and the PMV and PPD indices according to EN ISO 7730 were calculated separately for the patient and for the surgical staff.

Mean air temperature was 22.3°C (MV) and 22.2°C (LAF), and the difference between systems was not statistically significant ($p > 0.4$). The ventilation type did, however, affect air velocity and draught risk. The patient's PMV was −1.80 in both groups (PPD ≈ 64%), the staff's PMV +0.69 (PPD ≈ 16%). The results show that the thermal conditions in the operating mikroenvironmet are governed by the air temperature set point rather than by the ventilation system, and that under current settings neither user group is thermally comfortable.

Wstęp

Sala operacyjna jest jednym z najbardziej wymagających pomieszczeń pod względem kształtowania środowiska wewnętrznego. Stosowany tam system wentylacji musi jednocześnie chronić ranę operacyjną przed zanieczyszczeniami, usuwać ciepło od urządzeń i użytkowników oraz zapewniać warunki cieplne odpowiednie dla dwóch grup użytkowników o skrajnie różnych potrzebach. Pacjent w znieczuleniu ogólnym leży nieruchomo, jest na czczo, częściowo odkryty, a jego termoregulacja jest upośledzona. Zespół operacyjny pracuje w pozycji stojącej, w odzieży barierowej, przy podwyższonym wydatku energetycznym i często pod obciążeniem promieniowaniem lamp operacyjnych.

Celem niniejszej pracy była ocena środowiska cieplnego w mikrośrodowisku stołu operacyjnego oraz odpowiedź na pytanie, czy rodzaj systemu wentylacji wpływa na te warunki. Przyjęto hipotezę, że nawiew jednokierunkowy, kierowany bezpośrednio na pole operacyjne, zmienia warunki wymiany ciepła pacjenta w porównaniu z wentylacją

mieszającą. Zakres pracy obejmował pomiar parametrów środowiska cieplnego (temperatury, wilgotności i prędkości powietrza oraz temperatury poczernionej kuli) w trzech punktach stołu operacyjnego, na wysokości głowy, brzucha i stóp pacjenta, porównanie tych parametrów w salach z różnymi systemami wentylacji oraz przybliżoną ocenę komfortu cieplnego pacjenta i personelu operacyjnego za pomocą wskaźników PMV i PPD.

Mikrośrodowisko chirurgiczne

Podstawowym zadaniem wentylacji sali operacyjnej jest ograniczenie liczby cząstek i mikroorganizmów w strefie pola operacyjnego. Znaczenie czystości powietrza wykazano już w randomizowanych badaniach wieloośrodkowych, w których stosowanie powietrza ultraczystego wiązało się z mniejszą liczbą głębokich zakażeń po alloplastyce stawu biodrowego i kolanowego (Lidwell i in., 1982). Wymagania dotyczące pomieszczeń i parametrów powietrza w salach operacyjnych w Polsce określa rozporządzenie Ministra Zdrowia (Minister Zdrowia, 2019), a przy projektowaniu instalacji korzysta się m.in. z "Wytycznych projektowania, wykonania, odbioru i eksploatacji systemów wentylacji i klimatyzacji dla podmiotów wykonujących działalność leczniczą" (Charkowska i in., 2018).

W salach operacyjnych stosuje się przede wszystkim dwa rozwiązania rozdziału powietrza. W wentylacji mieszającej (MV) powietrze nawiewane jest z dużą indukcją przez nawiewniki rozmieszczone w stropie lub na ścianach, a stężenie zanieczyszczeń obniża się przez ich rozcieńczenie w całej objętości sali. W wentylacji z nawiewem jednokierunkowym (w niniejszym artykule określane jako LAF) powietrze doprowadzane jest ze stropu nawiewnego umieszczonego bezpośrednio nad stołem operacyjnym, z małą prędkością i niską turbulencją, tak aby wypierać zanieczyszczenia z pola operacyjnego. Oba systemy różnią się więc rozkładem prędkości i temperatury powietrza dokładnie w tej strefie, w której przebywa pacjent i operujący zespół.

Znieczulenie ogólne obniża wytwarzanie ciepła metabolicznego i hamuje reakcje termoregulacyjne, takie jak skurcz naczyń skórnych i drżenie mięśniowe. W pierwszej fazie znieczulenia ciepło przemieszcza się z wnętrza ciała do tkanek obwodowych, a następnie temperatura głęboka spada wskutek przewagi strat ciepła nad jego wytwarzaniem (Sessler, 2016). Straty te zachodzą głównie przez promieniowanie i konwekcję, zależą więc bezpośrednio od temperatury powietrza i przegród oraz od prędkości przepływu powietrza wokół pacjenta.

Niezamierzona hipotermia śródoperacyjna, definiowana jako spadek temperatury głębokiej ciała poniżej 36°C, ma udokumentowane skutki kliniczne. W badaniu z randomizacją utrzymanie normotermii zmniejszyło częstość zakażeń rany po operacjach jelita grubego i skróciło hospitalizację (Kurz i in., 1996). Wytyczne kliniczne zalecają aktywne ogrzewanie pacjentów oraz utrzymywanie temperatury otoczenia co najmniej 21°C w czasie, gdy pacjent jest odkryty (NICE, 2016). Ograniczanie strat ciepła od pacjenta jest więc zadaniem nie tylko anestezjologa, ale także projektanta i eksploatatora instalacji wentylacyjnej.

Z drugiej strony w salach operacyjnych pracuje zespół medyczny, który, jak wynika z wielu badań, odczuwa dyskomfort cieplny w kierunku „zbyt ciepło" (Ćwiklińska i in., 2022; Uscinowicz i in., 2015; Van Gaever i in., 2014). Pod względem wymagań cieplnych personel nie jest jednorodny: najcięższą pracę fizyczną wykonują chirurdzy, a najlżejszą anestezjolodzy, którzy oczekują też najwyższej temperatury otoczenia. Odzież chirurgiczna, zależnie od rodzaju zabiegu, ma izolacyjność od 1 do 1,5 clo i ogranicza odprowadzanie wilgoci od ciała (Bogdan i in., 2011; Zwolińska i Bogdan, 2012). Na odczucie dyskomfortu składa się zatem tempo metabolizmu związane z pracą w pozycji stojącej, wielowarstwowa odzież barierowa o ograniczonej przepuszczalności pary wodnej, promieniowanie lamp oraz stres często związany z zabiegiem. Przegląd literatury wskazuje, że obciążenie cieplne może pogarszać koncentrację i sprawność poznawczą zespołu operacyjnego (Byrne i in., 2020). W wyniku chęci zapewnienia odpowiednich warunków personelowi w praktyce obniża się temperaturę kosztem bilansu cieplnego pacjenta.

Jednocześnie, badania terenowe wielokrotnie wykazywały, że parametry środowiska w salach operacyjnych odbiegają od zaleceń (Balaras i in., 2007). W dziesięcioletniej ocenie 18 sal operacyjnych w 98,8% pomiarów przynajmniej jeden parametr nie spełniał wymagań, najczęściej prędkość powietrza – obliczone wskaźniki PMV-PPD wskazały dyskomfort cieplny u 98,3% pacjentów, głównie z powodu chłodu, i tylko u 3,6% członków zespołu (Deiana i in., 2022). Ocenę warunków w salach operacyjnych modelem PMV–PPD przeprowadzili także Khalil i in. (2020). Angelova i Velichkova (2020), łącząc wskaźniki PMV–PPD i PHS, wykazali, że te same warunki mogą jednocześnie powodować obciążenie cieplne chirurgów i niedogrzanie pacjenta.

W Polsce warunki cieplne zbadano w 37 salach operacyjnych 7 szpitali warszawskich latem 2014 r. (Uscinowicz i in., 2015). Wykazano, że w wielu przypadkach temperatura powietrza była zbyt niska w 17 z 37 sal, a lokalnie zbyt dużą prędkość powietrza stwierdzono w 18 salach. Przy lekkiej odzieży chirurgicznej (1 clo) warunki były akceptowalne dla anestezjologów w ok. 90% sal, dla pielęgniarek i asystentów w ok. 30%, a dla chirurgów jedynie w ok. 5% sal. Autorzy wskazali, że spełnienie oczekiwań poszczególnych grup wymaga miejscowych systemów ogrzewania i chłodzenia.

Większość dotychczasowych prac opisuje jednak warunki w całej sali lub w strefie przebywania personelu, zwykle na wysokości ok. 1,2 m nad podłogą, a parametry przy pacjencie są szacowane lub modelowane. Brakuje pomiarów prowadzonych bezpośrednio na stole operacyjnym, w kilku punktach wzdłuż ciała pacjenta oraz porównania sal z wentylacją mieszającą i jednokierunkową wykonanego jednolitą metodyką w wielu szpitalach.

Materiały i metody

Badania przeprowadzono w czynnych salach operacyjnych szpitali w Polsce. Program pomiarów objął 24 sale w 10 szpitalach (14 z wentylacją LAF i 10 z wentylacją MV). Sale wykorzystywane były głównie do zabiegów z zakresu chirurgii ogólnej, ginekologii, proktologii i ortopedii.

W badaniach mierzono temperaturę powietrza t_a, temperaturę poczernionej kuli t_g, wilgotność względną *RH* oraz średnią prędkość powietrza v_a wraz z jej odchyleniem standardowym, z którego wyznaczono intensywność turbulencji *Tu*. Aparatura spełniała wymagania

PN-EN ISO 7726:2004. Pomiary prowadzono w trzech punktach na stole operacyjnym, odpowiadających położeniu głowy, brzucha i stóp pacjenta, z krokiem rejestracji 10 s. Do analizy przyjęto ostatnie 30 minut każdego zapisu (180 odczytów w każdym punkcie), odpowiadające warunkom ustalonym.

Średnią temperaturę promieniowania tr obliczono na podstawie zmierzonych wartości t_g, t_a i v_a, z równania dla konwekcji wymuszonej podanego w normie PN-EN ISO 7726:2004. Temperaturę operacyjną to wyznaczono jako średnią z t_a i t_r ważoną współczynnikami przejmowania ciepła, a ryzyko przeciągu *DR* obliczono wg PN-EN ISO 7730:2006.

Wskaźniki PMV i PPD obliczono wg PN-EN ISO 7730:2006 osobno dla każdej sali i każdego punktu pomiarowego, przyjmując zmierzone wartości t_a, t_r, v_a i *RH*. Obliczenia wymagały przyjęcia tempa metabolizmu *M* i izolacyjności cieplnej odzieży I_{cl}, oddzielnie dla pacjenta i dla personelu. Dla pacjenta przyjęto *M* = 0,8 met (46,5 W/m^2). Jest to najniższa wartość, dla której PN-EN ISO 7730:2006 dopuszcza stosowanie modelu PMV, odpowiadająca osobie leżącej w spoczynku. Znieczulenie ogólne dodatkowo obniża wytwarzanie ciepła metabolicznego i hamuje termoregulację (Sessler, 2016), czego model PMV nie pozwala uwzględnić. Takie samo tempo metabolizmu pacjenta przyjęli Deiana i in. (2022) w dziesięcioletniej ocenie komfortu cieplnego w 18 salach operacyjnych, a Angelova i Velichkova (2020) przyjęli zbliżoną wartość 40 W/m^2, odpowiadającą fazie snu.

Izolacyjność cieplną dla pacjenta przyjęto I_{cl} = 0,9 clo, uwzględniając obłożenia chirurgiczne oraz izolację materaca stołu operacyjnego, przy czym w innych badaniach przyjmowano wartości niższe: 0,31 clo (Deiana i in., 2022) oraz 0,15 clo dla samego obłożenia chirurgicznego (Angelova i Velichkova, 2020). Przyjęte założenie jest więc ostrożne – przy mniejszej izolacyjności PMV pacjenta byłby jeszcze niższy.

Dla personelu operacyjnego przyjęto *M* = 1,8 met (105 W/m^2). Według PN-EN ISO 7730:2006 tempo metabolizmu osoby stojącej wynosi 1,6 met przy lekkiej pracy i 2,0 met przy pracy o umiarkowanym wysiłku. W literaturze przyjmuje się dla zespołu operacyjnego wartości od 1,6 met (Deiana i in., 2022) do 145 W/m^2, tj. około 2,5 met dla chirurgów (Angelova i Velichkova, 2020). W badaniach polskich sal operacyjnych przyjęto 70 W/m^2 dla anestezjologów, 100 W/m^2 dla pielęgniarek i asystentów oraz 120 W/m^2 dla chirurgów (Uscinowicz i in., 2015); przyjęta tu wartość 105 W/m^2 odpowiada więc członkom zespołu pracującym bezpośrednio przy stole.

Izolacyjność odzieży personelu, obejmującej odzież operacyjną, fartuch barierowy, czepek i maskę, przyjęto I_{cl} = 0,9 clo. Wartość ta odpowiada dolnej granicy izolacyjności zestawów odzieży chirurgicznej, która wynosi od ok. 1 clo dla bielizny chirurgicznej z fartuchem standardowym do 1,5 clo dla fartucha o podwyższonych właściwościach barierowych noszonego z fartuchem ołowianym (Angelova i Velichkova, 2020; Bogdan i in., 2011; Uscinowicz i in., 2015).

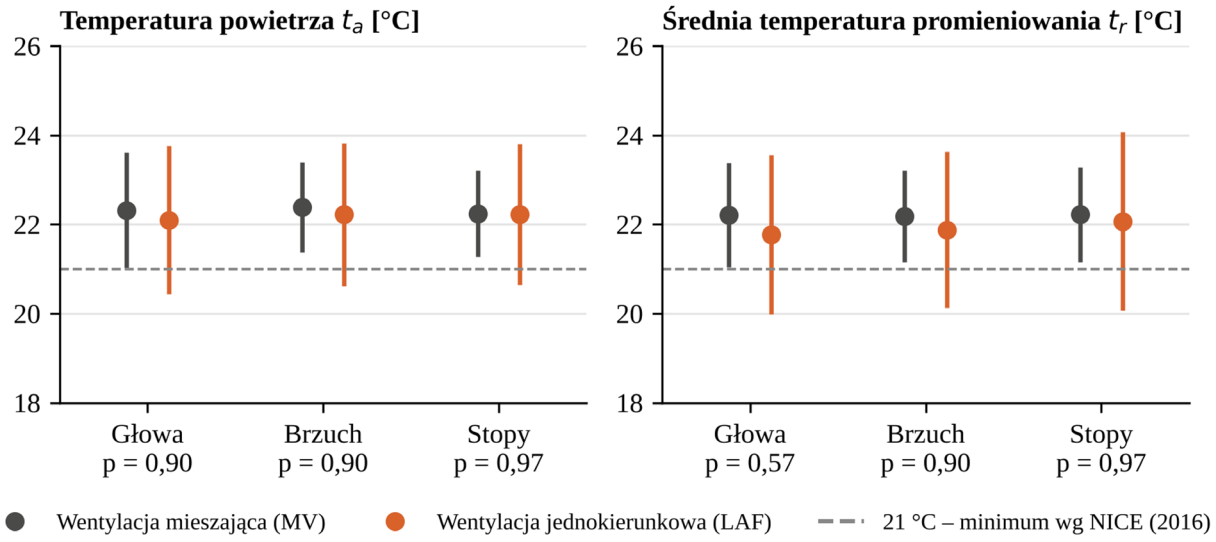
Model PMV opracowano dla osób zdrowych z czynną termoregulacją, dlatego wartości obliczone dla pacjenta w znieczuleniu traktowano jako wskaźnik porównawczy bilansu cieplnego, a nie jako przewidywaną ocenę subiektywną. W obliczeniach dla personelu przyjęto zmierzoną prędkość powietrza, bez poprawki na ruch ciała.

Dla każdej sali obliczono wartości średnie w każdym punkcie oraz średnią z trzech punktów. Różnice między grupami MV i LAF oceniono testem U Manna–Whitneya na średnich wartościach dla sal (n = 14 i n = 10). Różnice między punktami pomiarowymi oceniono testem Friedmana. Przyjęto poziom istotności α = 0,05.

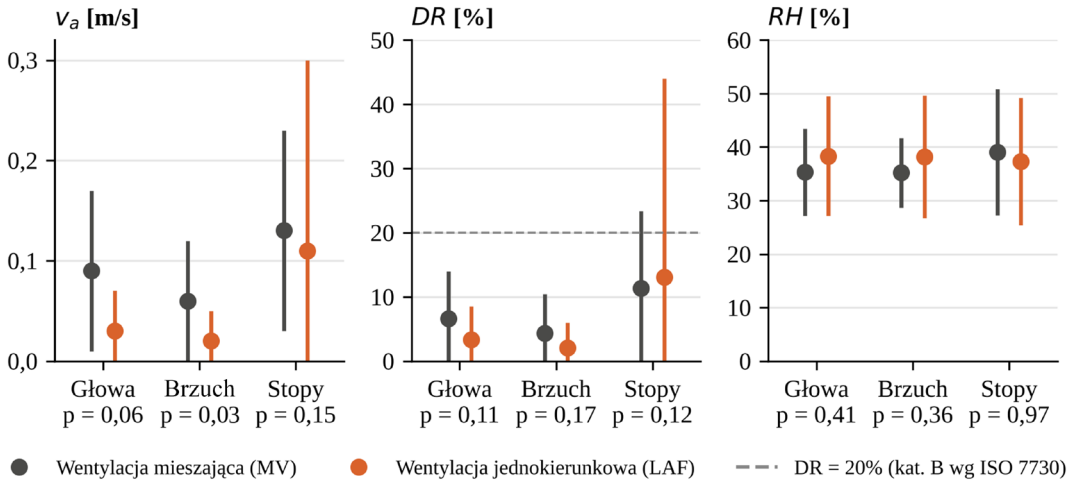
Wyniki

Parametry środowiska cieplnego

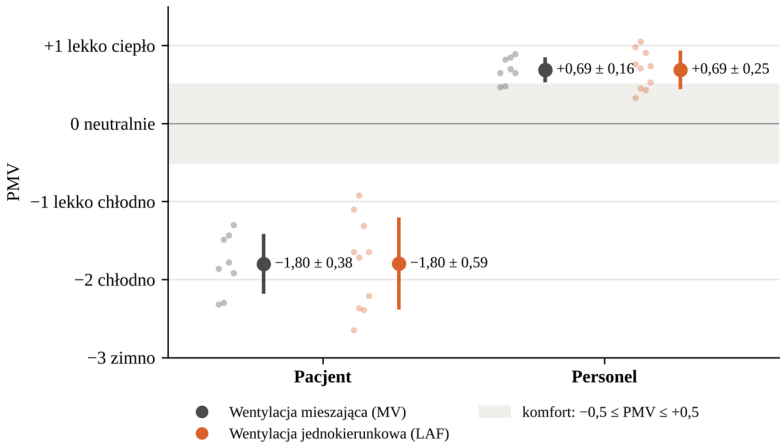
Temperatura powietrza i średnia temperatura promieniowania w polu operacyjnym nie zależała od rodzaju wentylacji (Rysunek 1). Średnia temperatura powietrza wynosiła 22,3°C w salach MV i 22,2°C w salach LAF, a różnice nie były istotne statystycznie w żadnym punkcie. Znacznie większy był rozrzut między salami tego samego typu: od 20,4 do 23,4°C w salach MV i od 19,8 do 24,6°C w salach LAF. W czterech salach średnia temperatura powietrza była niższa niż 21°C.



Rysunek 1. Temperatura powietrza i średnia temperatura promieniowania w punktach pomiarowych stołu operacyjnego w salach z wentylacją mieszającą (MV) i jednokierunkową (LAF). Źródło: opracowanie własne
Figure 1. Air temperature and mean radiant temperature at the measuring points of the operating table in rooms with mixing (MV) and unidirectional (LAF) ventilation. Source: author's own study



Rysunek 2. Prędkość powietrza, ryzyko przeciągu i wilgotność względna w punktach pomiarowych stołu operacyjnego w salach z wentylacją MV i LAF. Źródło: opracowanie własne
Figure 2. Air velocity, draught rate and relative humidity at the measuring points of the operating table in MV and LAF rooms. Source: author's own study



Rysunek 3. Wskaźnik PMV pacjenta i personelu operacyjnego w salach z wentylacją MV i LAF (średnia ± odchylenie standardowe; punkty – poszczególne sale). Źródło: opracowanie własne
Figure 3. PMV index of the patient and the surgical staff in rooms with MV and LAF ventilation (mean ± standard deviation; dots – individual rooms). Source: author's own study

Temperatura promieniowania była zbliżona do temperatury powietrza, średnio niższa o 0,1 K w salach MV i o 0,3 K w salach LAF. Nie stwierdzono systematycznych różnic temperatury między punktami głowy, brzucha i stóp (test Friedmana, p = 0,85). Różnica temperatury powietrza między najcieplejszym i najzimniejszym punktem stołu wynosiła średnio 0,9 K w salach MV i 0,5 K w salach LAF.

Rodzaj wentylacji różnicował natomiast prędkość powietrza (Rysunek 2). W salach MV była ona wyższa niż w salach LAF, istotnie w punkcie brzucha (p = 0,03). W 5 z 10 sal LAF średnia prędkość w polu operacyjnym nie przekraczała 0,01 m/s. Ryzyko przeciągu powyżej 20% wystąpiło w dwóch salach, jednej MV i jednej LAF; w tej drugiej przy stopach pacjenta prędkość wynosiła średnio 0,59 m/s, co tłumaczy duży rozrzut *DR* w tym punkcie. Wilgotność względna wynosiła od 20% do 53% i nie zależała od rodzaju wentylacji; w czterech salach była niższa niż 30%.

Wskaźniki komfortu cieplnego

PMV pacjenta wynosił średnio −1,80 zarówno w salach MV, jak i LAF (p = 1,00), co odpowiada odczuciu „chłodno" i PPD ≈ 64% (Rysunek 3). W żadnej sali PMV pacjenta nie mieścił się w przedziale ±0,5. PMV personelu wynosił średnio +0,69 w obu grupach (PPD ≈ 16%), a w 41 z 54 punktów pomiarowych przekraczał +0,5.

W każdej sali PMV pacjenta wynosiło poniżej warunków komfortu cieplnego, a PMV personelu na jego górnej granicy lub powyżej. Średnie wartości PMV dla obu systemów wentylacji były praktycznie identyczne, a większy rozrzut w grupie LAF wynikał z większego zróżnicowania temperatury powietrza w tych salach.

Dyskusja

Najważniejszym wynikiem badań był brak wpływu rodzaju wentylacji na nastawy temperatury powietrza w polu operacyjnym przez personel. Rozrzut wartości temperatur między salami tego samego typu (do 4,8 K w grupie LAF) był wielokrotnie większy niż różnica między średnimi dla obu systemów (0,1 K). Oznacza to, że warunki cieplne przy stole operacyjnym wynikają przede wszystkim z preferencji użytkowników, a nie z koncepcji rozdziału powietrza.

System wentylacji wpływał natomiast na prędkość powietrza. Wyższe prędkości w salach MV zwiększają konwekcyjne straty ciepła od odkrytych części ciała pacjenta. Bardzo niskie prędkości zarejestrowane w części sal LAF są zaskakujące, ponieważ wytyczne dla nawiewu jednokierunkowego wymagają średniej prędkości nawiewu 0,18–0,25 m/s na wysokości 1,2 m nad podłogą w rejonie stołu operacyjnego (Charkowska i in., 2018); mogło to wynikać z przesłonięcia strumienia przez lampy operacyjne.

Wyniki potwierdzają konflikt potrzeb cieplnych pacjenta i personelu. Przy przyjętych założeniach neutralna temperatura operacyjna dla pacjenta wynosi około 26,5°C, a dla personelu około 17,5°C (dla v_a = 0,05 m/s i *RH* = 40%). Żadna pojedyncza nastawa temperatury powietrza w sali nie może więc zapewnić komfortu obu grupom. Obecne nastawy, z temperaturą około 22°C, są kompromisem niekorzystnym dla obu stron: pacjent znajduje się w strefie „zbyt chłodno" (PMV ≈ −1,8), a personel w strefie „zbyt ciepło" (PMV ≈ +0,7).

Wyniki są zgodne z obserwacjami Deiana i in. (2022), którzy w dziesięcioletnich badaniach stwierdzili dyskomfort cieplny u niemal wszystkich pacjentów i jedynie u nielicznych członków zespołu operacyjnego. Potwierdzają też analizę Angelovej i Velichkovej (2020), według której te same warunki w sali mogą jednocześnie prowadzić do obciążenia cieplnego chirurgów i niedogrzania pacjenta. Wyniki dla personelu są również spójne z badaniami w polskich salach operacyjnych, w których warunki oceniono jako „ciepło" lub „lekko ciepło" dla chirurgów, pielęgniarek i asystentów, a jako komfortowe dla anestezjologów (Uscinowicz i in., 2015). Przyjęte w niniejszej pracy założenie I_{cl} = 0,9 clo jest ostrożne. Przy izolacyjności 1,0 clo, przyjętej w tamtej pracy dla lekkiej odzieży, średni PMV w badanych salach wynosiłby +0,78 dla M = 1,8 met, +1,01 dla chirurgów (120 W/m^2) i +0,05 dla anestezjologów (70 W/m^2). Przy 1,3 clo PMV przekraczałby +0,5 we wszystkich punktach pomiarowych dla wszystkich grup z wyjątkiem anestezjologów. Zróżnicowanie oczekiwań w samym zespole operacyjnym dodatkowo utrudnia dobór jednej temperatury powietrza w sali.

Dla pacjenta wynik oznacza konieczność stosowania aktywnego ogrzewania, np. mat grzewczych lub systemów ogrzewania wymuszonym ciepłym powietrzem, niezależnie od rodzaju wentylacji (Kurz i in., 1996; Sessler, 2016). Dla personelu korzystne mogą być rozwiązania miejscowe, np. odzież chłodząca lub lokalny nawiew powietrza na strefę głowy operatora. Obniżanie temperatury w całej sali poprawia odczucia personelu, ale bezpośrednio pogarsza bilans cieplny pacjenta.

Interpretując wyniki, należy uwzględnić ograniczenia badań. Metoda PMV nie została opracowana dla osób w znieczuleniu, u których termoregulacja jest wyłączona, a metabolizm obniżony zatem wartości PMV dla pacjenta należy traktować jako wskaźnik porównawczy strat ciepła.

Wnioski

Najważniejszym wynikiem praktycznym niniejszych badań jest potwierdzenie, w warunkach rzeczywistych i w wielu szpitalach, trwałego konfliktu potrzeb cieplnych pacjenta i zespołu operacyjnego. Przy obecnych nastawach pacjent znajduje się w strefie chłodu, a personel w strefie lekkiego ciepła. Żadna wartość temperatury powietrza w sali nie zapewni komfortu obu grupom jednocześnie.

Rodzaj systemu wentylacji (MV lub LAF) nie wpływa istotnie na temperaturę powietrza, średnią temperaturę promieniowania ani wilgotność względną w polu operacyjnym. Średnia temperatura powietrza wynosiła 22,3°C w salach MV i 22,2°C w salach LAF. Rodzaj wentylacji różnicuje prędkość powietrza przy stole operacyjnym; w salach MV jest ona wyższa, co zwiększa konwekcyjne straty ciepła pacjenta.

Pacjent znajduje się w warunkach chłodnych (PMV ≈ −1,8; PPD ≈ 64%) niezależnie od systemu wentylacji, a w żadnej sali jego PMV nie mieścił się w przedziale komfortu. Przy mniejszej, przyjmowanej w literaturze izolacyjności obłożeń obciążenie chłodem byłoby jeszcze większe.

Personel operacyjny odczuwa warunki jako lekko ciepłe (PMV ≈ +0,7; PPD ≈ 16%). Temperatury neutralne dla obu grup różnią się o około 9 K.

Podziękowania

Badania zostały sfinansowane w całości przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu badawczego nr 2021/41/B/ST8/00700.

Bibliografia

Angelova, R. A., & Velichkova, R. (2020). Thermophysiological comfort of surgeons and patient in an operating room based on PMV-PPD and PHS indexes. *Applied Sciences*, 10(5), 1801. https://doi.org/10.3390/app10051801

Balaras, C. A., Dascalaki, E., & Gaglia, A. (2007). HVAC and indoor thermal conditions in hospital operating rooms. *Energy and Buildings*, 39(4), 454–470. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.09.004

Bogdan, A., Sudoł-Szopińska, I., & Szopiński, T. (2011). Assessment of textiles for use in operating theatres with respect to the thermal comfort of surgeons. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 19(2), 65–69.

Byrne, J., Ludington-Hoe, S. M., & Voss, J. G. (2020). Occupational heat stress, thermal comfort, and cognitive performance in the OR: An integrative review. *AORN Journal*, 111, 536–545. https://doi.org/10.1002/aorn.13009

Charkowska, A., Różycki, A., Lenarski, R., & Sobierajska, A. (2018). Wytyczne projektowania, wykonania, odbioru i eksploatacji systemów wentylacji i klimatyzacji dla podmiotów wykonujących działalność leczniczą. *Pracodawcy Rzeczypospolitej Polskiej.*

Ćwiklińska, D., Bogdan, A., & Szyłak-Szydłowski, M. (2022). Survey on factors influencing surgeons' sensation in Polish operating theatres. *Building and Environment*, 214, 108929. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.108929

Deiana, G., Arghittu, A., Dettori, M., Deriu, M. G., Palmieri, A., Azara, A., Castiglia, P., & Masia, M. D. (2022). Ten-year evaluation of thermal comfort in operating rooms. *Healthcare*, 10(2), 307. https://doi.org/10.3390/healthcare10020307

Khalil, A., Mahgoub Bassuoni, M., Elsamadony, M., & Raslan, M. (2020). Assessment of thermal comfort in operating rooms using PMV-PPD model. *Journal of Engineering Research*, 4, 51–62. https://doi.org/10.21608/erjeng.2020.131508

Kurz, A., Sessler, D. I., & Lenhardt, R. (1996). Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical-wound infection and shorten hospitalization. *New England Journal of Medicine*, 334(19), 1209–1216. https://doi.org/10.1056/NEJM199605093341901

Lidwell, O. M., Lowbury, E. J. L., Whyte, W., Blowers, R., Stanley, S. J., & Lowe, D. (1982). Effect of ultraclean air in operating rooms on deep sepsis in the joint after total hip or knee replacement: A randomised study. *BMJ*, 285(6334), 10–14. https://doi.org/10.1136/bmj.285.6334.10

Minister Zdrowia. (2019). Rozporządzenie z dnia 26 marca 2019 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać pomieszczenia i urządzenia podmiotu wykonującego działalność leczniczą (Dz.U. 2019 poz. 595).

NICE. (2016). Hypothermia: Prevention and management in adults having surgery (Clinical guideline CG65). *National Institute for Health and Care Excellence.* https://www.nice.org.uk/guidance/cg65

PKN. (2004). PN-EN ISO 7726:2004 *Ergonomia środowiska termicznego – Przyrządy do pomiaru wielkości fizycznych*. Polski Komitet Normalizacyjny.

PKN. (2006). PN-EN ISO 7730:2006-03 *Ergonomia środowiska termicznego – Analityczne wyznaczanie i interpretacja komfortu termicznego z zastosowaniem obliczania wskaźników PMV i PPD oraz kryteriów lokalnego komfortu termicznego*. Polski Komitet Normalizacyjny.

Sessler, D. I. (2016). Perioperative thermoregulation and heat balance. *The Lancet*, 387(10038), 2655–2664. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00981-2

Uscinowicz, P., Chludzińska, M., & Bogdan, A. (2015). Thermal environment conditions in Polish operating rooms. *Building and Environment*, 94, 296–304. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.08.003

Van Gaever, R., Jacobs, V. A., Diltoer, M., Peeters, L., & Vanlanduit, S. (2014). Thermal comfort of the surgical staff in the operating room. *Building and Environment*, 81, 37–41. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.05.036

Zwolińska, M., & Bogdan, A. (2012). Impact of the medical clothing on the thermal stress of surgeons. *Applied Ergonomics*, 43(6), 1096–1104. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2012.03.011

Zastrzeżenie: Oświadczenia, opinie i dane przedstawione w publikacjach są wyłączną odpowiedzialnością ich autorów i nie odzwierciedlają stanowiska redakcji *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja*. Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za jakiekolwiek szkody dotyczące osób lub mienia wynikające z idei, metod, zaleceń lub produktów omawianych w treści publikacji. *Artykuł udostępniony na licencji Creative Commons CC BY 4.0.*

Disclaimer: The statements, opinions, and data presented in the publications are the sole responsibility of their authors and do not necessarily reflect the views of the editorial board of *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja.* The editorial board assumes no responsibility or liability for any injury to persons or damage to property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content of the publications. *The article is distributed under the Creative Commons CC BY 4.0 license.*

DOI: 10.65545/COW.2026.11.02



Komfort cieplny użytkowników sal operacyjnych - wpływ systemu wentylacji

Thermal comfort of operating room users – the impact of the ventilation system



Mgr inż. Dominika Kwiecińska

ORCID ID: 0009-0001-3323-6998
Wydział Inżynierii Środowiska
Politechnika Warszawska
dominika.kwiecinska@pw.edu.pl



Dr hab. inż. Anna Bogdan, prof. PW

ORCID ID: 0000-0003-1502-6548
Wydział Inżynierii Środowiska
Politechnika Warszawska



Mgr inż. Marcin Michalski

ORCID ID: 0009-0004-6522-2138
Wydział Inżynierii Środowiska
Politechnika Warszawska

Słowa kluczowe: szpital, sala operacyjna, komfort cieplny, HVAC, personel medyczny, pacjent

Streszczenie

Zapewnienie odpowiednich warunków środowiska wewnętrznego w salach operacyjnych stanowi istotne wyzwanie projektowe, wymagające pogodzenia wymagań higienicznych z komfortem cieplnym personelu medycznego i bezpieczeństwem pacjenta. Celem pracy była ocena wpływu typu systemu wentylacyjnego (laminarnego – LAF oraz mieszającego – MV) oraz temperatury nawiewu (19°C i 26°C) na subiektywną ocenę komfortu cieplnego w warunkach symulowanej sali operacyjnej.

Badania przeprowadzono w laboratorium odwzorowującym rzeczywiste warunki Sali operacyjnej. W badaniu uczestniczyło 50 zdrowych ochotników (25 kobiet i 25 mężczyzn), którzy brali udział w czterech wariantach badania: LAF19, MV19, LAF26 oraz MV26. Ocenę komfortu przeprowadzono z wykorzystaniem standaryzowanego kwestionariusza obejmującego subiektywne odczucia cieplne, preferencje temperaturowe oraz percepcję duszności. Ankietę wypełniano czterokrotnie co 30 minut.

Wyniki wykazały istotne statystycznie różnice w zakresie odczuć cieplnych oraz preferencji temperaturowych pomiędzy wariantami LAF26 i MV26 ($p < 0,05$). W wariantach o temperaturze 19°C obserwowano narastanie odczuć chłodu wraz z czasem ekspozycji. Przy temperaturze 26°C dominowały odpowiedzi wskazujące na warunki neutralne lub ciepłe, jednak wzrastała częstość deklarowanej duszności. Analiza post-hoc wykazała, że percepcja jakości powietrza była silniej związana z poziomem temperatury niż z typem systemu wentylacji.

Wyniki wskazują, że wpływ systemu wentylacji na ocenę komfortu był widoczny w warunkach wyższej temperatury nawiewu. Optymalizacja mikrośrodowiska operacyjnego powinna uwzględniać zróżnicowane wymagania termiczne personelu oraz ryzyko hipotermii pacjenta.

Keywords: hospital, operating room, thermal comfort, HVAC, medical staff, patient

Abstract

Ensuring appropriate indoor environmental conditions in operating rooms is a significant design challenge, requiring a balance between hygienic requirements, the thermal comfort of medical staff, and patient safety. The aim of this study was to evaluate the influence of the ventilation system type (laminar airflow – LAF and mixing ventilation – MV) and supply air temperature (19°C and 26°C) on the subjective assessment of thermal comfort under simulated operating room conditions.

The study was conducted in a laboratory replicating real operating room conditions. Fifty healthy volunteers (25 women and 25 men) participated in four experimental variants: LAF19, MV19, LAF26, and MV26. Thermal comfort assessment was performed using a standardized questionnaire including subjective thermal sensation, temperature preferences, and perception of stuffiness. The questionnaire was completed four times at 30-minute intervals.

The results showed statistically significant differences in thermal sensations and temperature preferences between the LAF26 and MV26 variants ($p < 0.05$). In the 19°C variants, an increasing sensation of cold was observed with prolonged exposure time. At 26°C, responses indicating neutral or warm conditions predominated; however, the frequency of reported stuffiness increased. Post-hoc analysis demonstrated that the perception of air quality was more strongly associated with temperature level than with the type of ventilation system.

Wstęp

Komfort cieplny wyraża satysfakcję danej osoby lub grupy osób z warunków termicznych środowiska w pomieszczeniach, w którym osoba (osoby) ta przebywa (ASHRAE, 2019). Na komfort cieplny wpływają takie parametry jak: temperatura powietrza, prędkość powietrza, wilgotność, metabolizm osoby, izolacyjność cieplna odzieży czy cechy indywidualne (wiek, masa ciała). Kompleksowe prace nad oceną komfortu cieplnego rozpoczął zespół profesora Povl Ole Fangera w latach 60. XX wieku w Danii. Wynikiem tych badań było wydanie publikacji, która zawierała przedstawienie modelu PMV (Predicted Mean Vote), określającego przewidywane średnie odczucie cieplnej grupy osób, która przebywa w danym pomieszczeniu, uwzględniające takie czynniki jak: temperatura powietrza, średnia temperatura promieniowania, prędkość ruchu powietrza, wilgotność względną, metabolizm i izolacyjność odzieży. Model ten stał się bazą norm *ISO 7730:2005 Ergonomics of the Thermal Environment — Analytical Determination and Interpretation of Thermal Comfort Using Calculation of the PMV and PPD Indices and Local Thermal Comfort Criteria oraz ANSI/ASHRAE Standard 55, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*, przy czym norma ASHRAE dodatkowo zawiera model adaptacyjny uwzględniający adaptację behawioralną, fizjologiczną i psychologiczną (model ten ma zastosowanie w obiektach wentylowanych naturalnie, m.in w biurach, szkołach czy budynkach mieszkalnych).

Jednym z zadań środowiska wewnętrznego w salach operacyjnych jest zapewnienie bezpieczeństwa i komfortowych dla pacjenta i personelu medycznego. Oprócz podstawowej funkcji związanej z kontrolą jakości powietrza, systemy wentylacyjne oddziałują na rozkład temperatury, prędkość przepływu powietrza i poziom wilgotności w strefie operacyjnej. Parametry te bezpośrednio wpływają na mechanizmy wymiany ciepła pomiędzy człowiekiem a środowiskiem, a tym samym na komfort cieplny pacjenta oraz zespołu operacyjnego. Zazwyczaj w salach operacyjnych stosowane są następujące systemy wentylacyjne: jednokierunkowy przepływ laminarny oraz system mieszający, przy czym pierwszy z nich bazuje na jednokierunkowym przepływie powietrza z sufitu nad stołem operacyjnym w kierunku podłogi, natomiast drugie zakłada turbulentny nawiew powietrza z sufitu, które intensywnie miesza się z powietrzem w pomieszczeniu. Przeprowadzone badania (Karahan et al., 2020; Wang et al., 2025) ventilation and air conditioning (HVAC wśród personelu okołooperacyjnego stwierdzają, że na odczucie komfortu cieplnego wpływa temperatura, ruch powietrza, płeć, wykonywana praca czy ilość i rodzaj odzieży. Określono również różnice odczuć pomiędzy personelem medycznym. Chirurdzy częściej zgłaszali odczucie gorąca, a anestezjolodzy odczuwali zimno i dyskomfort związany z niską temperaturą otoczenia. Obecne na sali operacyjnej pielęgniarki deklarowały najwyższy poziom komfortu termicznego. Różnice te wynikają z wykonywanej pracy, różnego poziomu metabolizmu, płci i wieku oraz odzieży medycznej. W centrum sali operacyjnej jest pacjent, który zazwyczaj poddany jest znieczuleniu ogólnemu lub miejscowemu. Powoduje to obniżenie zdolności organizmu pacjenta do reakcji termoregulacyjnej. Ocenia się, że wśród 50–90% (Torossian, 2009; Young & Watson, 2006) pacjentów może dochodzić do niezamierzonej hipotermii okołooperacyjnej, co może powodować dreszcze, zaburzenia krzepnięcia, zakażania miejsca operowanego czy wydłużenie rekonwalescencji i pobytu w szpitalu (Sessler, 2016).

Choć literatura ostatnich lat obejmuje zagadnienia związane z komfortem cieplnym personelu medycznego (Rodrigues et al., 2013; Uścinowicz et al., 2015; Zhou et al., 2025), wciąż niewystarczająco rozpoznany pozostaje wpływ różnych systemów wentylacyjnych na subiektywną ocenę warunków cieplnych podczas symulowanych zabiegów operacyjnych. Przeprowadzone badania stanowią próbę wypełnienia tej luki oraz poszerzenia aktualnego stanu wiedzy w zakresie kształtowania mikroklimatu w salach operacyjnych.

Metodyka

Na etapie opracowywania protokołu badawczego założono, że do analizy zostaną wybrane dwa rozwiązania wentylacyjne: system wentylacji mieszającej oraz jednokierunkowy przepływ laminarny, ponieważ są to systemy najczęściej wybierane do sal operacyjnych. Następnie na podstawie europejskich wytycznych *(AFNOR SPEC S99-120 French Best Practice Guide for Hospital Construction and Operation Aboard i DIN SPEC 94676:2018-07 Ventilation in Hospitals - Coherent Hierarchic Structure and Common Terms and Definitions for a Standard Related to Ventilation in Hospitals*) określono dwie skrajne temperatury powietrza nawiewanego 19°C i 26°C dopuszczalne w salach operacyjnych. Uwzględniając te założenia opracowano cztery warianty badania: MV19 – obejmuje system wentylacji mieszającej przy temperaturze nawiewu wynoszącej 19°C, MV26 – obejmuje system wentylacji mieszającej przy temperaturze nawiewu wynoszącej 26°C, LAF19 – obejmuje system wentylacji laminarnej przy temperaturze nawiewu wynoszącej 19°C oraz LAF26 – obejmuje system wentylacji laminarnej przy temperaturze nawiewu wynoszącej 26°C.

W badaniu uczestniczyło 50 osób, w tym 25 kobiet i 25 mężczyzn, w wieku od 18 do 25 lat. Przed rozpoczęciem badań każdy ochotnik przeszedł szczegółowe badanie lekarskie przeprowadzone przez lekarza nadzorującego projekt, które stanowiło podstawę kwalifikacji do udziału. Do udziału kwalifikowano wyłącznie osoby zdrowe. Średni wzrost kobiet wynosił 1,69 ± 0,038 m, a masa ciała 61,7 ± 5,8 kg. Natomiast u mężczyzn średnia wysokość wynosiła 1,79 ± 0,040 m, a masa ciała 70,1 ± 5,7 kg. Każda osoba brała udział w badaniu czterokrotnie w każdym wariancie. W trakcie badań uczestnicy mieli na sobie własną bieliznę (majtki/slipy oraz biustonosz), jednorazowy fartuch z włókniny oraz czepek z tego samego materiału, odpowiadające standardowemu wyposażeniu stosowanemu w salach operacyjnych.

Ocenę komfortu uczestników badania dokonano z wykorzystaniem kwestionariusza opracowanego w oparciu o normę PN-EN ISO 28802:2012 *Ergonomia środowiska fizycznego — Ocena z zastosowaniem ekspertyzy dotyczącej środowiska obejmującej pomiary wielkości fizycznych środowiska i oceny subiektywne wykonane przez osoby* oraz własnego doświadczenia zespołu badawczego. Narzędzie obejmowało 19 pytań odnoszących się do parametrów

środowiska cieplnego sali operacyjnej, w tym temperatury, ruchu powietrza, wilgotności oraz odczuć cieplnych w obrębie poszczególnych części ciała. Ze względu na obszerność zgromadzonego materiału, w niniejszej pracy przedstawiono wyniki dotyczące wybranych zagadnień związanych z subiektywną oceną komfortu cieplnego.

Respondenci odpowiadali poniższe pytania:

- Jak Pani/Pan może opisać swoje odczucia cieplne w tej chwili? Możliwe odpowiedzi: gorąco (oznaczenia +3), ciepło (oznaczenie +2), nieznacznie ciepło (+1), neutralnie (oznaczenie 0), nieznacznie chłodno (oznaczenie –1), chłodno (oznaczenie –2), zimno (oznaczenie –3),
- Jak Pani wolałaby/Pan wolałby, aby było w sali operacyjnej? Możliwe odpowiedzi: znacznie cieplej (oznaczenia +3), cieplej (oznaczenie +2), nieznacznie cieplej (+1), bez zmian (oznaczenie 0), nieznacznie chłodniej (oznaczenie –1), chłodniej (oznaczenie –2), znacznie chłodniej (oznaczenie –3),
- Jak Pani/Pan może opisać swoje odczucia odnośnie duszności w sali w tej chwili? Możliwe odpowiedzi: bardzo duszno (oznaczenie +3), duszno (oznaczenie +2), nieznacznie duszno (oznaczenie +1), nie odczuwam duszności (oznaczenie 0).

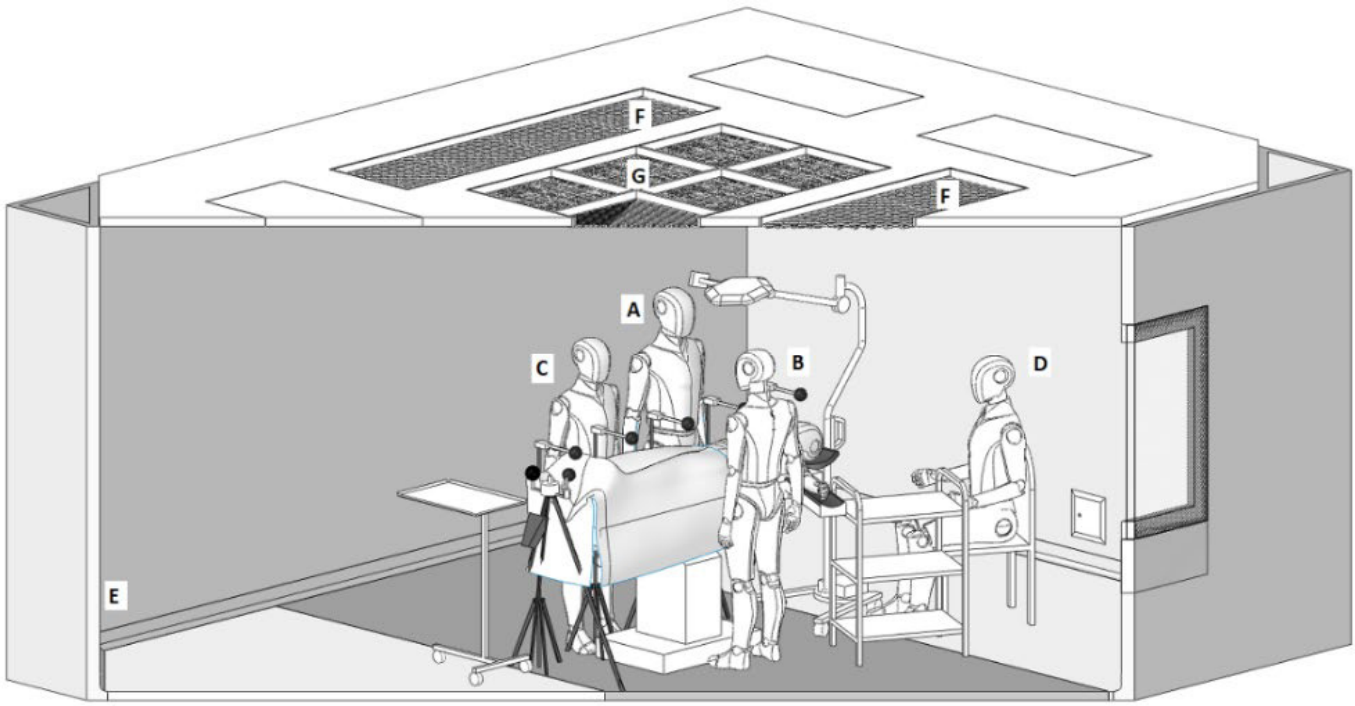
Badanie trwało 90 minut, a sam kwestionariusz był wypełniany co 30 minut. Pomiary realizowano na początku badania (moment 0) oraz po 30, 60 i 90 minutach. Metodyka badań uzyskała pozytywną opinię Zespołu ds. Etyki Badań z Udziałem Człowieka Politechniki Warszawskiej.

Badania realizowano w laboratorium odwzorowującym warunki sali operacyjnej o powierzchni 24,77 m^2, wyposażonym w dwa niezależne systemy wentylacyjne: wentylację mieszającą oraz system jednokierunkowego przepływu laminarnego. Strumień objętości powietrza wynosił 2545 m^3/h w przypadku instalacji LAF oraz 2180 m^3/h dla systemu MV. Średnia prędkość przepływu powietrza kształtowała się odpowiednio na poziomie 0,22 m/s (LAF) i 0,30 m/s (MV), przy odchyleniu standardowym równym 0,072 m/s dla LAF oraz 0,0875 m/s dla MV. W pomieszczeniu utrzymywano stałe nadciśnienie o wartości +15 Pa względem otoczenia. Centralnym elementem wyposażenia było regulowane stanowisko operacyjne, którego blat ustawiono na wysokości 0,9 m. Wokół stołu rozmieszczono trzy podgrzewane manekiny odzwierciedlające role personelu medycznego: chirurg główny (A), asystent chirurga (B) oraz pielęgniarka (C). Dodatkowo, po lewej stronie ochotnika, w pozycji siedzącej był anestezjolog (D). Na Rysunku 1 wyloty powietrza oznaczono literą E, nawiewniki systemu LAF literą F, natomiast nawiewniki wentylacji mieszającej literą G. Z badanym był stały kontakt wzrokowy i głosowy przez całe badanie.

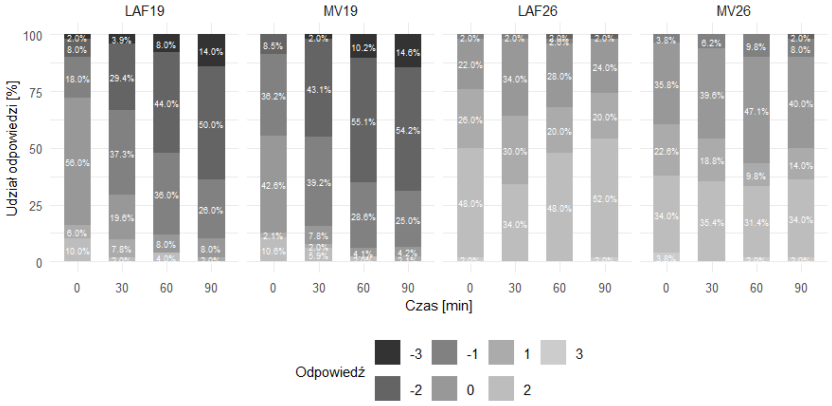
Wyniki

Na początku zadano pytanie dotyczące subiektywnych odczuć cieplnych. Analiza statystyczna wykazała istotne różnice tylko pomiędzy wariantem LAF26 i MV26. Natomiast warto podkreślić, że podczas wariantów MV19 i LAF19 wraz z kolejnymi punktami pomiarowymi wzrasta odsetek odpowiedzi określających środowisko cieplne jako zimne, chłodne lub lekko chłodne. Rysunek 2 przedstawia procent odpowiedzi w zależności od wariantu i momentu badania.

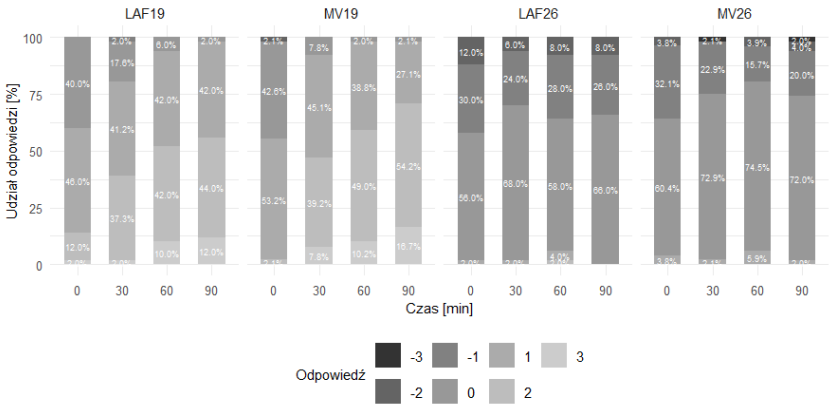
Podczas realizacji wariantu LAF26 w punkcie początkowym „0" 76,0% badanych określiło swoje odczucia jako „gorąco", „ciepło" lub „lekko ciepło", natomiast 22,0% uczestników wybrało odpowiedź „neutralnie". W przypadku wariantu MV26 odczuwanie ciepła w różnym nasileniu zadeklarowało 60,4% osób, a 35,8% oceniło warunki jako neutralne.



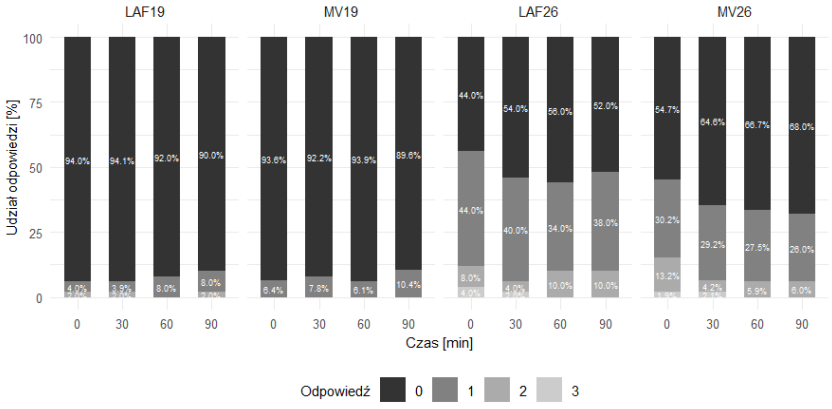
Rysunek 1. Schemat stanowiska badawczego. Źródło: opracowanie własne
Figure 1. Schematic diagram of the experimental setup. Source: authors' own study



Rysunek 2. Procent odpowiedzi w odniesieniu do wariantu badania i czasu badania. Odpowiedzi: gorący (oznaczenie +3), ciepły (oznaczenie +2), lekko ciepły (oznaczenie +1), neutralny (oznaczenie 0), lekko chłodny (oznaczenie −1), chłodny. Źródło: opracowanie własne
Figure 2. Percentage of responses depending on the experimental variant and exposure time. Responses: hot (coded as +3), warm (coded as +2), slightly warm (coded as +1), neutral (coded as 0), slightly cool (coded as −1), cool. Source: authors' own study



Rysunek 3. Procent odpowiedzi w odniesieniu do wariantu badania i czasu badania. Odpowiedzi: znacznie cieplej (oznaczenie +3), cieplej (oznaczenie +2), nieznacznie cieplej (oznaczenie +1), bez zmian (oznaczenie 0), nieznacznie chłodniej (oznaczenie −1), chłodniej (oznaczenie −2). Źródło: opracowanie własne
Figure 3. Percentage of responses depending on the experimental variant and exposure time. Responses: much warmer (coded as +3), warmer (coded as +2), slightly warmer (coded as +1), no change (coded as 0), slightly cooler (coded as −1), cooler (coded as −2). Source: authors' own study



Rysunek 4. Procent odpowiedzi w odniesieniu do wariantu badania i czasu badania. Odpowiedzi: bardzo duszno (oznaczenie +3), duszno (oznaczenie +2), nieznacznie duszno (oznaczenie +1), nie odczuwam duszności (oznaczenie 0). Źródło: opracowanie własne
Figure 4. Percentage of responses depending on the experimental variant and exposure time. Responses: very stuffy (coded as +3), stuffy (coded as +2), slightly stuffy (coded as +1), no sensation of stufiness (coded as 0). Source: authors' own study

Po 30 minutach odsetek odpowiedzi wskazujących na odczucie gorąca w różnym stopniu wynosił 64,0% dla LAF26 oraz 54,2% dla MV26. Odpowiedź „neutralnie" zaznaczyło odpowiednio 34,0% (LAF26) i 39,6% (MV26) uczestników.

Po upływie 60 minut odpowiedzi „gorąco", „ciepło" i „lekko ciepło" wskazało 68,0% badanych w wariancie LAF26 oraz 43,1% w wariancie MV26. Warunki jako neutralne oceniło 28,0% osób w LAF26 i 47,1% w MV26, natomiast pozostałe odpowiedzi odnosiły się do odczuć chłodu o różnym natężeniu.

W czwartym pomiarze (90 min) odpowiedzi klasyfikujące środowisko jako ciepłe stanowiły 74,0% w wariancie LAF26 oraz 50,0% w wariancie MV26. Odpowiedź „neutralnie" wybrało 24,0% uczestników LAF26 i 40,0% w MV26.

Następnie opracowano wyniki dotyczące preferencji ochotników w zakresie preferencji warunków środowiska cieplnego. Na Rysunku 3 zaprezentowano procent odpowiedzi względem wariantu i momentu badania. Istotne statystycznie różnice ($p < 0,05$) odnotowano wyłącznie pomiędzy wariantami LAF26 i MV26. W przypadku wariantów MV19 oraz LAF19 zaobserwowano natomiast, że wraz z upływem czasu zwiększał się odsetek odpowiedzi wskazujących na preferencję wyższej temperatury w sali operacyjnej.

Analizując warianty LAF26 i MV26 w punkcie początkowym (0 min), odpowiedź „bez zmian" wskazało 56,0% badanych w LAF26 oraz 60,4% w MV26. Chęć obniżenia temperatury („nieco chłodniej" lub „chłodniej") zadeklarowało 42,0% (LAF26) i 35,8% (MV26), natomiast potrzebę podwyższenia temperatury w różnym stopniu zgłosiło odpowiednio 2,0% i 3,8%.

Po 30 minutach odpowiedź „bez zmian" wybrało 68,0% uczestników w wariancie LAF26 oraz 72,9% w MV26. Odpowiedzi sugerujące preferencję chłodniejszych warunków („nieco chłodniej", „chłodniej" lub „zimniej") stanowiły 30,0% w LAF26 i 25,0% w MV26.

Po upływie 60 minut „bez zmian" wskazało 58,0% badanych (LAF26) oraz 74,5% (MV26). Chęć obniżenia temperatury („nieco chłodniej", „chłodniej") zadeklarowało 36,0% (LAF26) i 19,6% (MV26), natomiast odpowiedzi „nieco cieplej" lub „cieplej" stanowiły 6,0% w LAF26 oraz 5,9% w MV26.

Podczas ostatniej ankiety odpowiedź „bez zmian" zaznaczyło 66,0% uczestników wariantu LAF26 i 72,0% wariantu MV26. Niższą temperaturę („nieco chłodniej", „chłodniej") wskazało 34,0% badanych w LAF26 oraz 26,0% w MV26, natomiast odpowiedź „nieco cieplej" pojawiła się wyłącznie w MV26 i wyniosła 2,0%.

Ostatnie pytanie dotyczyło percepcji uczestników dotyczący oceny jakości powietrza wewnętrznego poprzez określenie duszności w sali. W analizie wykazano istotne statystycznie różnice pomiędzy wariantami badania. Analiza post-hoc wskazała jednak, że różnice te wynikały z poziomu temperatury nawiewu (19°C a 26°C), nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy systemami wentylacji przy tej samej temperaturze.

Rysunek 4 przedstawia procentowy udział poszczególnych odpowiedzi względem wariantów badania.

W momencie „0" odpowiedź „nie odczuwam duszności" wskazało 94,0% (LAF19), 93,6% (MV19), 44,0% (LAF26) i 54,7% (MV26), „nieznacznie duszno" określiło 8,0% (LAF26) i 13,2% (MV26), „duszno" odczuło 4,0% (LAF19), 6,4% (MV19), 44,0% (LAF26) i 30,2% (MV26), a „bardzo duszno" było 2,0% (LAF19) i 4,0% (LAF26).

Podczas momentu „30" odpowiedź „nie odczuwam duszności" wskazało 94,1% (LAF19), 92,2% (MV19), 54,0% (LAF26) oraz 64,6% (MV26). Odpowiedź „nieznacznie duszno" zadeklarowało 4,0% badanych w LAF26 oraz 4,2% w MV26. „Duszno" odczuwało 3,9% uczestników w LAF19, 7,8% w MV19, 40,0% w LAF26 oraz 29,2% w MV26, natomiast odpowiedź „bardzo duszno" wskazało 2,0% w LAF19 oraz 2,1% w MV26.

W momencie 60 min odpowiedź „nie odczuwam duszności" wskazało 92,0% (LAF19), 93,9% (MV19), 56,0% (LAF26) oraz 66,7% (MV26). Odpowiedź „nieznacznie duszno" zadeklarowało 0,0% w LAF19 i MV19, 0,0% w LAF26 oraz 5,9% w MV26. „Duszno" odczuwało 8,0% badanych w LAF19, 6,1% w MV19, 34,0% w LAF26 oraz 27,5% w MV26, natomiast „bardzo duszno" wskazało 10,0% uczestników w LAF26.

W momencie 90 min odpowiedź „nie odczuwam duszności" wskazało 90,0% (LAF19), 89,6% (MV19), 52,0% (LAF26) oraz 68,0% (MV26). Odpowiedź „nieznacznie duszno" odnotowano u 6,0% badanych w MV26. „Duszno" deklarowało 8,0% uczestników w LAF19, 10,4% w MV19, 38,0% w LAF26 oraz 26,0% w MV26, natomiast „bardzo duszno" wskazało 2,0% w LAF19 oraz 10,0% w LAF26.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonej analizy sformułowano następujące wnioski:

- w wariantach LAF19 i MV19 wraz z upływem czasu badania rósł procent odpowiedzi wskazujących na odczuwanie chłodu oraz preferencję podwyższenia temperatury,
- w wariantach LAF26 i MV26 większość ochotników deklarowała warunki jako neutralne lub ciepłe, a poziom odczuwanej duszności był wyższy niż przy 19°C,
- odpowiedzi dotyczące duszności wykazały, że percepcja jakości powietrza była związana z poziomem temperatury.

Warunki środowiskowe uzyskane przy temperaturze nawiewu 26°C sprzyjało odczuciom neutralnym lub ciepłym, jednak wiązało się ze wzrostem deklarowanej duszności w porównaniu z wariantami o temperaturze 19°C. Jednakże należy pamiętać, że w sali znajduje się personel medyczny, dla którego temperatura powietrza komfortowa w zależności od wykonywanej pracy jest różna. Według (El-Gamal et al., 2000; Leslie & Sessler, 2003; Olsen & Bovensi, 1985) komfortowa temperatura powietrza dla anestezjologów wynosi 23-24°C, dla pielęgniarek i pielęgniarzy 22-24.5°C, dla chirurgów 19°C, a dla pacjenta wynosi ona powyżej 24°C. Zapewnienie odpowiednich warunków środowiska wewnętrznego w salach operacyjnych jest skomplikowane ze względu na różnice pomiędzy poszczególnymi osobami w sali operacyjnej. Kształtowanie środowiska wewnętrznego odbywa się poprzez system HVAC, który jednocześnie ma wiele zadań do spełnienia, z jednej strony kontrolę zakażeń i zapobieganie hipotermii pacjenta a z drugiej strony zapewnienie komfortu osobom wykonującym precyzyjne zabiegi chirurgiczne, którzy podlegają znacznemu obciążeniu fizycznemu i psychicznemu. W (Wang et al., 2025) autorzy podkreślają, że prędkość i strumień nawiewanego powietrza mają kluczowy wpływ na komfort. Wpływ na ten parametr ma również intensywność pracy, poziom metabolizmu czy stres. Jednokierunkowy system przepływu powietrza charakteryzuje się niskim poziomem turbulencji, natomiast w systemie mieszającym powietrze jest intensywnie mieszane, co prowadzi do większej zmienności lokalnych prędkości przepływu. W (Zhou et al., 2025) wykazano, że lokalne różnice w prędkości powietrza mogą znacząco wpływać na lokalny komfort cieplny.

Przeprowadzone badania ukazują jak ważne jest, aby systemy wentylacyjne na salach operacyjnych stanowiły źródło komfortu dla wszystkich obecnych w pomieszczeniu, równocześnie stanowi to wyzwanie dla projektantów. Sala operacyjna jest środowiskiem o wysokim stopniu złożoności funkcjonalnej, w którym komfort cieplny, kontrola zakażeń oraz bezpieczeństwo pacjenta pozostają ze sobą w złożonej relacji. Jest to szczególnie istotne w kontekście rosnących wymagań dotyczących zrównoważonego projektowania budynków ochrony zdrowia.

Ograniczenia

Laboratorium sali operacyjnej wyposażone jest w sufit laminarny o wymiarach 1,30 × 1,95 m, który nie spełnia w pełni wymagań określonych w normie DIN 1946-4. Powierzchnia sufitu laminarnego wynosiła 2,535 m^2, a prędkość powietrza w płaszczyźnie wypływu wynosiła 0,22 m/s.

Podziękowania

Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki (numer grantu 2021/41/B/ST8/00700).

Bibliografia

ASHRAE (2019). ASHRAE Handbook – HVAC Systems and Equipment. *American Society of Heating, Refrigerating*

El-Gamal, N., Elkassabany, N., Frank, S. M., Amar, R., Khabar, H. A., El-Rahmany, H. K., & Okasha, A. S. (2000). Age-related thermoregulatory differences in a warm operating room environment (approximately 26 degrees C). *Anesthesia and Analgesia*, 90(3), 694–698. https://doi.org/10.1097/00000539-200003000-00034

Karahan, A., Budak Ertürk, E., Uğurlu, Z., Ünlü, H., Akovalı, N., Tepe, A., & Özhan Elbaş, N. (2020). *Factors Affecting the Thermal Comfort of Perioperative Personnel in the OR. AORN Journal*, 111(3), 333–344. https://doi.org/10.1002/aorn.12963

Leslie, K., & Sessler, D. I. (2003). Perioperative hypothermia in the high-risk surgical patient. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 17(4), 485–498. https://doi.org/10.1016/S1521-6896(03)00049-1

Olsen, B., & Bovensi, M. (1985). Assessment of the indoor

environment in a hospital. *Clima Trans*, 195–200.
Rodrigues, N. J. O., Teixeira, S. F. C. F., Miguel, A. S., Oliveira, R. F., Teixeira, J. C. F., & Santos Baptista, J. (2013). Thermal comfort evaluation of an operating room through CFD methodology. *Occupational Safety and Hygiene – Proceedings of the International Symposium on Occupational Safety and Hygiene*, SHO 2013, 411–416. https://doi.org/10.1201/b14391-85
Sessler, D. I. (2016). Perioperative thermoregulation and heat balance. *The Lancet*, 387(10038), 2655–2664. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00981-2
Torossian, A. (2009). Thermal management during anesthesia and thermoregulation standards for the prevention of inadvertent perioperative hypothermia. *Best Practice & Research. Clinical Anaesthesiology*, 22, 659–668. https://doi.org/10.1016/j.bpa.2008.07.006
Uścinowicz, P., Chludzińska, M., & Bogdan, A. (2015). Thermal environment conditions in Polish operating rooms. *Building and Environment*, 94(P1), 296–304. https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2015.08.003
Wang, A., Wang, S.-C., Peng, F., Xia, J., Ren, H., Tan, M.-L., & Zhou, B. (2025). Field questionnaire survey on thermal comfort of medical personnel in operating rooms for hospitals in Nanjing. *Energy and Buildings*, 332, 115423. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.115423
Young, V., & Watson, M. (2006). Prevention of Perioperative Hypothermia in Plastic Surgery. *Aesthetic Surgery Journal / the American Society for Aesthetic Plastic Surgery*, 26, 551–571. https://doi.org/10.1016/j.asj.2006.08.009
Zhou, B., Wang, A., Ren, H., Xia, J., Peng, F., Wang, S.-C., Wang, Y.-C., Zhao, H.-Y., Li, W.-J., Tan, M.-L., & Kosonen, R. (2025). Experimental study of thermal comfort by variable temperature and velocity air supply system in operating room. *Building and Environment*, 277. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2025.112927

Zastrzeżenie: Oświadczenia, opinie i dane przedstawione w publikacjach są wyłączną odpowiedzialnością ich autorów i nie odzwierciedlają stanowiska redakcji *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja*. Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za jakiekolwiek szkody dotyczące osób lub mienia wynikające z idei, metod, zaleceń lub produktów omawianych w treści publikacji. *Artykuł udostępniony na licencji Creative Commons CC BY 4.0.*

Disclaimer: The statements, opinions, and data presented in the publications are the sole responsibility of their authors and do not necessarily reflect the views of the editorial board of *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja.* The editorial board assumes no responsibility or liability for any injury to persons or damage to property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content of the publications. *The article is distributed under the Creative Commons CC BY 4.0 license.*

KONKURS o nagrodę im. Aleksandra Dariusza Panka III edycja

Zrzeszenie Audytorów Energetycznych (ZAE) ogłasza Konkurs o nagrodę im. Aleksandra Dariusza Panka na najlepszą pracę dyplomową poświęconą efektywności energetycznej w budownictwie. Do udziału w Konkursie zapraszamy absolwentów studiów inżynierskich lub magisterskich.

Konkurs ma na celu uhonorowanie działalności Aleksandra Dariusza Panka, założyciela i pierwszego Prezesa ZAE, wybitnego specjalisty i promotora efektywności energetycznej w Polsce, a także zwiększenie zainteresowania zagadnieniami efektywności energetycznej w budownictwie w środowisku akademickim, promocję absolwentów polskich uczelni na arenie międzynarodowej oraz wsparcie w rozwoju ich kariery zawodowej.

Przyznawane zostaną następujące nagrody:

- nagroda specjalna, przyznawana co 3 lata, w formie pokrycia kosztów udziału 1 osoby w międzynarodowej konferencji naukowej Central Europe towards Sustainable Building (CESB), w Pradze. Nagroda obejmuje koszty opłaty konferencyjnej, dojazdu i zakwaterowania;
- nagroda główna, przyznawana corocznie w formie pokrycia kosztów trzyletniego członkostwa w ZAE oraz bezpłatnego udziału w Forum Termomodernizacja przez okres 3 lat licząc od edycji w roku zdobycia nagrody

III Edycja Konkursu na rok 2026 przeprowadzona zostanie zgodnie z następującym harmonogramem:

- ogłoszenie konkursu: październik 2025 r.
- **nadsyłanie prac konkursowych: do 31 grudnia 2026 r.**
- ogłoszenie wyników do 30 czerwca 2027 r.

Regulamin konkursu

Formularz zgłoszeniowy

Więcej informacji

SERDECZNIE ZACHĘCAMY DO WZIĘCIA UDZIAŁU W KONKURSIE



DOI: 10.65545/COW.2026.11.03



Efektywność energetyczna powietrznej pompy ciepła w małym budynku biurowym

Operational efficiency of an air-source heat pump with an electric heater in a small office building



Dr inż. Andrzej Górka

ORCID ID: 0000-0003-1013-5550
Wydział Inżynierii Środowiska
i Energetyki
Politechnika Poznańska
andrzej.gorka@put.poznan.pl

Słowa kluczowe: pompa ciepła powietrze/woda, monitoring, SCOP, COP, efektywność energetyczna

Streszczenie

Oceniono efektywność energetyczną powietrznej pompy ciepła o mocy 16 kW (A7/W35) ogrzewającej niewielki budynek biurowy. Analiza obejmuje miesięczny okres 10.12.2023–09.01.2024, w którym temperatura powietrza zewnętrznego wahała się od −14°C do +11°C, przy średniej +3°C. Średni współczynnik COP wyniósł 4,38 dla samej pompy ciepła oraz 3,80 dla całego układu z uwzględnieniem grzałki elektrycznej. Przedstawiono zależność COP od temperatury powietrza zewnętrznego oraz rozkład ilości oddanego ciepła w funkcji współczynnika COP. Uproszczone przeliczenie na standardowy rozkład temperatur dla całego sezonu grzewczego dało odpowiednio wartości 4,55 (bez grzałki) i 4,26 (z grzałką). Ze względu na krótki okres pomiarowy i pewne braki w danych liczby te mogą różnić się od normowego współczynnika SCOP.

Keywords: air-to-water heat pump, monitoring, SCOP, COP, energy efficiency

Abstract

The energy performance of a 16 kW (A7/W35) air-to-water heat pump heating a small office building was evaluated. The analysis covered the period from 10 December 2023 to 9 January 2024, during which the outdoor air temperature ranged from −14°C to +11°C, with a mean of +3°C. The mean COP was 4.38 for the heat pump alone and 3.80 for the entire system, including the auxiliary electric heater. The relationship between COP and outdoor air temperature, together with the distribution of heat delivered across COP ranges, is presented. A simplified calculation using a standard temperature distribution for the entire heating season yielded values of 4.55 without the auxiliary heater and 4.26 with it. Given the short monitoring period and gaps in the data, these values may differ from the SCOP determined in accordance with the applicable standard.

Wstęp

Obecnie największym wyzwaniem jest integracja pomp ciepła z systemami grzewczymi w istniejących budynkach (Cholewa i in., 2025), choć to zastosowanie pomp ciepła w nowych budynkach daje największe szanse na uzyskanie bardzo efektywnych systemów grzewczych. Wyniki pomiarów instalacji z pompą ciepła w polskim budynku jednorodzinnym przedstawili Zmywaczyk i in. (2022a, 2022b). Szersze badania terenowe (Fraunhofer ISE, 2019; Wapler i in., 2020) wskazują na znaczenie temperatury zasilania instalacji grzewczej. Wyniki badań terenowych zwykle różnią się od sezonowej oceny według PN-EN 14825 (PKN, 2022).

Celem pracy jest ogólna ocena efektywności energetycznej badanej instalacji, określenie wpływu uwzględnienia grzałki na ocenę tej efektywności oraz przedstawienie rozkładu ilości ciepła wytworzonego przez pompę ciepła względem COP. Wykorzystano dane pomiarowe użyte w pracy inżynierskiej (Adamczak, 2024) dla fragmentu sezonu grzewczego 2023/24.

Materiały i metody

Obiekt badań

Dwukondygnacyjny budynek biurowy w południowej Wielkopolsce ma powierzchnię użytkową 256 m^2 i projektowe obciążenie cieplne około 15 kW (Adamczak, 2024). Monoblokowa pompa ciepła z czynnikiem R290 współpracuje z buforem o pojemności 500 dm^3 oraz ogrzewaniem podłogowym o projektowych parametrach 40/35°C. Pompa ciepła jest wyposażona w grzałkę elektryczną o mocy 6 kW. Pompa ciepła pracuje wyłącznie na potrzeby ogrzewania; ciepłą wodę użytkową przygotowuje kocioł gazowy. Dokumentacja producenta podaje spadek mocy grzewczej pompy ciepła z około 16 kW przy A7/W35 do 9,2 kW przy A−15/W35 oraz COP = 4,76 przy A7/W35, 3,96 przy A2/W35 i 2,87 przy A−15/W35 (warunki badań według (PKN, 2023)).

Pomiary i sposób opracowania danych

Parametry pracy pompy ciepła odczytywano ze sterownika z interwałem 1–2 min. W przypadku grzałki elektrycznej możliwy był jedynie odczyt łącznej ilości dostarczonej

do niej energii w całym okresie pomiarowym. Energię tę przydzielono do poszczególnych godzin pracy pompy ciepła według założonego algorytmu, proporcjonalnie do liczby stopniogodzin odniesionej do temperatury powietrza zewnętrznego równej 0°C.

Uzyskaną z pomiarów charakterystykę COP w przedziałach temperatury powietrza zewnętrznego przeliczono na godziny standardowego klimatu umiarkowanego (Komisja Europejska, 2013). Oszacowany wskaźnik oznaczono jako SCOP' dla odróżnienia od pełnej procedury normowej (PKN, 2022).

Wyniki

Na Rysunku 1 zilustrowano przebiegi temperatur zasilania, powrotu i powietrza zewnętrznego oraz występowanie przepływu czynnika w źródle dla dwóch przykładowych dób: 3 stycznia, z dodatnią temperaturą powietrza zewnętrznego (od +5°C do +10°C), oraz 9 stycznia, z temperaturą wyraźnie ujemną (od −6°C do −14°C).

Widoczny jest efekt braku regulacji pogodowej: regulator stara się wprawdzie utrzymać stałą temperaturę zasilania ok. +40°C (według projektu), ale faktycznie przy temperaturze zewnętrznej ok. +10°C (3.01) temperatury zasilania są nawet nieco wyższe niż przy ok. −8°C (9.01).

Dla całego analizowanego okresu uzyskano:

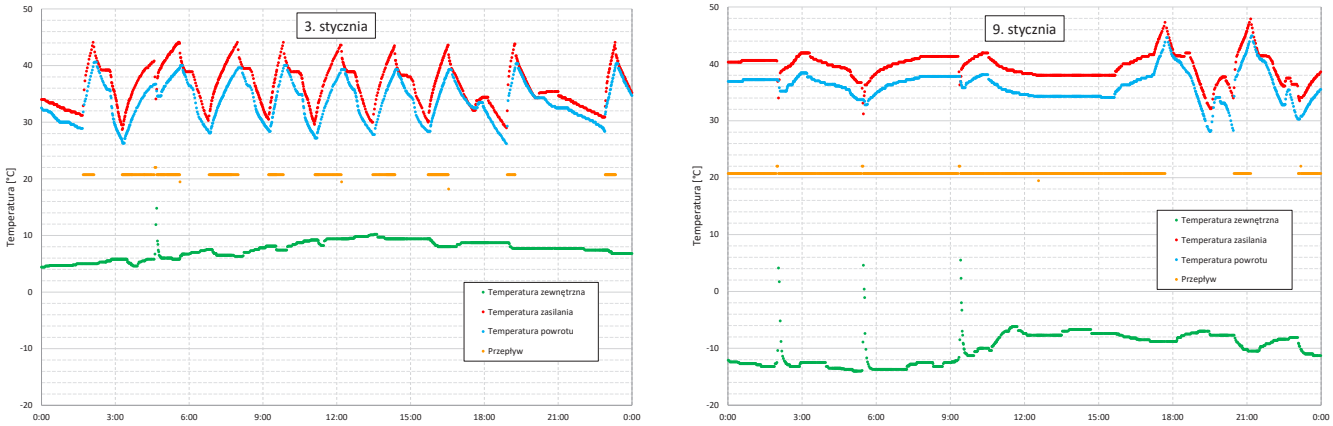
QPC+G = 4236 kWh – całkowite ciepło uzyskane z pompy ciepła wraz z grzałką;

EPC = 924 kWh – energia elektryczna pobrana przez samą pompę ciepła;

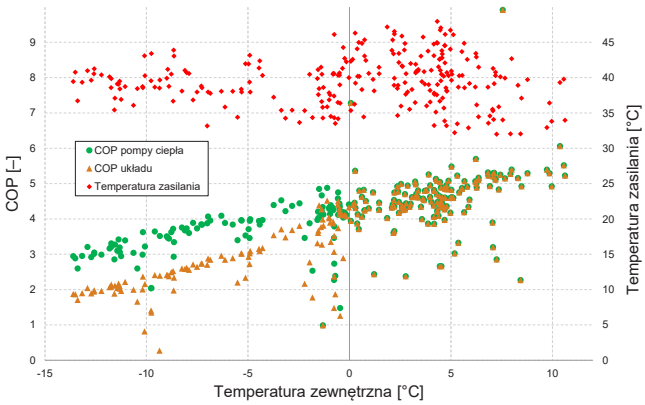
– QG = EG = 191 kWh – energia elektryczna pobrana przez grzałkę elektryczną.

Współczynnik COP pompy ciepła bez grzałki wyniósł 4,38, a po uwzględnieniu grzałki elektrycznej 3,80. Udział energii elektrycznej dostarczonej do grzałki w całkowitym zużyciu energii elektrycznej jest stosunkowo duży (17%) ze względu na wystąpienie w analizowanym, krótkim okresie dwóch mroźnych dni o średniej temperaturze poniżej −10°C i kilku podobnych, nieco mniej mroźnych.

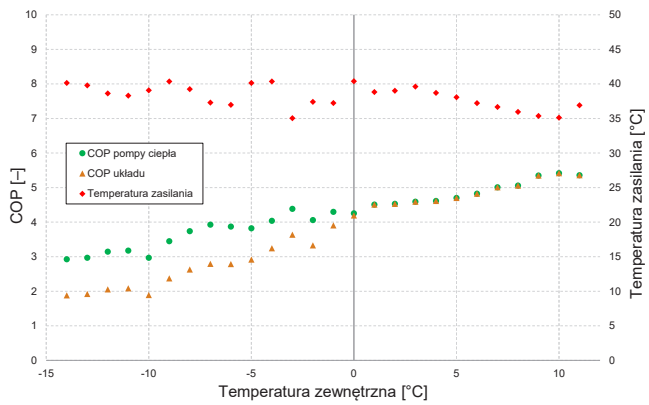
Na Rysunku 2 przedstawiono rozkład godzinowych wartości COP w funkcji temperatury powietrza zewnętrznego, natomiast na Rysunku 3 – analogiczne charakterystyki, uzyskane przez agregację energii w przedziałach temperatury.



Rysunek 1. Przebiegi temperatur i przepływ w źródle ciepła przy wyższych (po lewej) i niższych (po prawej) temperaturach powietrza zewnętrznego. Źródło: opracowanie własne na podstawie (Adamczyk, 2024)
Figure 1. Temperatures and heating fluid flow (on/off) at higher (left) and lower (right) outdoor air temperatures. Source: author's own study based on (Adamczyk, 2024)

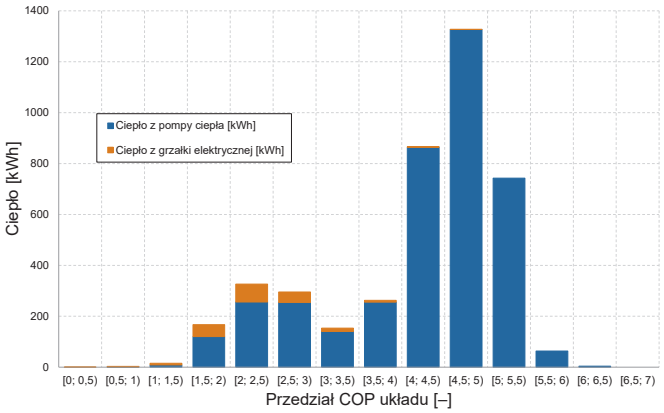


Rysunek 2. Godzinowe współczynniki COP pompy ciepła na podstawie pomiarów energii cieplnej i elektrycznej. Pojedyncze wartości mniejsze od 1 i większe od 6 mogą być skutkiem występujących stanów nieustalonych. Źródło: opracowanie własne na podstawie (Adamczyk, 2024)
Figure 2. Hourly heat pump COP values based on measurements of thermal and electrical energy. Individual values below 1 and above 6 may result from transient operating conditions. Source: author's own study based on (Adamczyk, 2024)



Rysunek 3. Wartości COP w przedziałach temperatury powietrza zewnętrznego. Źródło: opracowanie własne na podstawie (Adamczyk, 2024)
Figure 3. Temperature-bin COP values. Source: author's own study based on (Adamczyk, 2024)

Na Rysunku 4 zilustrowano ilości ciepła uzyskane z pompy ciepła w podziale na przedziały współczynnika COP układu. Zdecydowana większość ciepła jest wytwarzana przy wysokim współczynniku COP – w trzech przedziałach obejmujących łącznie zakres od 4,0 do 5,5.



Rysunek 4. Ilości wytworzonego ciepła podzielone według współczynnika COP układu. Źródło: opracowanie własne na podstawie (Adamczyk, 2024)
Figure 4. Distribution of heat output by COP of the system. Source: author's own study based on (Adamczyk, 2024)

Na podstawie wartości współczynników COP uzyskanych z pomiarów pobranej energii elektrycznej i wytworzonego ciepła dla różnych temperatur powietrza zewnętrznego obliczono dla całego sezonu grzewczego – zgodnie z metodyką rozporządzenia (Komisja Europejska, 2013) i przy temperaturze granicznej ogrzewania +16°C – współczynnik SCOP′. Jest on równy 4,5 dla samej pompy ciepła (bez grzałki) oraz 4,2 po uwzględnieniu grzałki elektrycznej.

Dla temperatury zasilania instalacji grzewczej tz = 35°C producent deklaruje parametry odpowiadające SCOP = 4,1. Efektywność energetyczna obliczona w sposób przybliżony na podstawie pomiarów terenowych jest więc nieco lepsza niż deklarowana w danych katalogowych.

Wnioski

1. Pompa ciepła pracuje przy praktycznie stałej temperaturze zasilania; wprowadzenie regulacji pogodowej prawdopodobnie poprawiłoby jej efektywność energetyczną.
2. W badanym okresie uzyskano średni współczynnik COP = 4,38 dla samej pompy ciepła bez grzałki oraz COP = 3,80 dla całego układu grzewczego wraz z grzałką elektryczną.
3. Na podstawie uzyskanych z pomiarów wartości współczynników COP dla różnych warunków pracy pompy ciepła obliczono przybliżony współczynnik sezonowej efektywności SCOP′. Jest on równy 4,5 dla samej pompy ciepła i 4,2 po uwzględnieniu grzałki elektrycznej. Są to wartości nieco wyższe od deklarowanych przez producenta.
4. Budynek o projektowym zapotrzebowaniu na moc cieplną ok. 15 kW jest ogrzewany przez pompę ciepła o mocy ok. 8,5 kW (moc przy zewnętrznej temperaturze obliczeniowej −18°C) wspomaganą grzałką elektryczną o mocy 6 kW. Ze względu na bardzo rzadko występujące tak niskie temperatury, nowoczesna powietrzna pompa ciepła o mocy nieznacznie przekraczającej 50% projektowego obciążenia cieplnego, wyposażona w stosowną grzałkę elektryczną, okazuje się efektywnym źródłem ciepła do ogrzewania budynku.

Bibliografia

Adamczak, B. (2024). Ocena eksploatacyjnej efektywności energetycznej pompy ciepła Politechnika Poznańska (niepublikowana praca inżynierska)

Cholewa, T., Bejan, A.-S., Miara, M., Schauer, C., Kosonen, R., Borodinecs, A., Bogdanovičs, R., Amanowicz, Ł., Vering, C., Siuta-Olcha, A., Skwarczyński, M. A., Kropp, M., Kurnitski, J., Lungu, C., Croitoru, C., Afshari, A., Alfano, F. R. d'A., Müller, D., Nastase, I., Todorovic, M., & Sekret, R. (2025). Critical discussion on the challenges of integrating heat pumps in hydronic systems in existing buildings. *Energy*, 326, 136158. https://doi.org/10.1016/j.energy.2025.136158

Fraunhofer ISE. (2019). *WPsmart im Bestand: Heat pump field trial – Focus existing buildings and smart control*. https://www.ise.fraunhofer.de/en/research-projects/wpsmart-im-bestand-heat-pump-field-trial-focus-existing-buildings-and-smart-control.html (Dostęp z 30.10.2026)

Komisja Europejska. (2013). Rozporządzenie Komisji (UE) nr 813/2013 z dnia 2 sierpnia 2013 r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla ogrzewaczy pomieszczeń i ogrzewaczy wielofunkcyjnych. *Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej*, L 239, 136–161. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:32013R0813 (Dostęp z 30.10.2026)

PKN. (2022). PN-EN 14825:2022-11 *Klimatyzatory, agregaty do chłodzenia cieczy oraz pompy ciepła ze sprężarkami napędzanymi elektrycznie, do ogrzewania i chłodzenia pomieszczeń – Badanie i ocena w warunkach częściowego obciążenia oraz obliczanie wydajności sezonowej*. Polski Komitet Normalizacyjny.

PKN. (2023). PN-EN 14511-2:2023-02 *Klimatyzatory, agregaty chłodzące ciecz i pompy ciepła do ogrzewania i chłodzenia pomieszczeń oraz agregaty procesowe, ze sprężarkami o napędzie elektrycznym – Część 2: Warunki badań.* Polski Komitet Normalizacyjny.

Wapler, J., Günther, D., Bongs, C., & Miara, M. (2020). Heat pump efficiency in existing buildings – Results from a field measurement campaign. *REHVA Journal*, (6), 16–20. https://www.rehva.eu/rehva-journal/chapter/default-cb84adc317-5 (Dostęp z 30.10.2026)

Zmywaczyk, J., Koniorczyk, P., & Wizor, M. (2022a). Energetyczno-ekonomiczna analiza instalacji ogrzewania budynku wyposażonej w sprężarkową pompę ciepła. Cz. 2 – Opis instalacji budynku i wyniki badań. *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja*, 53(4), 10–14. https://doi.org/10.15199/9.2022.4.2

Zmywaczyk, J., Koniorczyk, P., & Wizor, M. (2022b). Energetyczno-ekonomiczna analiza instalacji ogrzewania budynku wyposażonej w sprężarkową pompę ciepła. Cz. 3 – Obliczenia parametrów sprężarkowej pompy ciepła. *Ciepłownictwo Ogrzewnictwon Wentylacja*, 53(5), 30–34. https://doi.org/10.15199/9.2022.5.5

Zastrzeżenie: Oświadczenia, opinie i dane przedstawione w publikacjach są wyłączną odpowiedzialnością ich autorów i nie odzwierciedlają stanowiska redakcji *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja*. Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za jakiekolwiek szkody dotyczące osób lub mienia wynikające z idei, metod, zaleceń lub produktów omawianych w treści publikacji. *Artykuł udostępniony na licencji Creative Commons CC BY 4.0.*

Disclaimer: The statements, opinions, and data presented in the publications are the sole responsibility of their authors and do not necessarily reflect the views of the editorial board of *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja.* The editorial board assumes no responsibility or liability for any injury to persons or damage to property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content of the publications. *The article is distributed under the Creative Commons CC BY 4.0 license.*

Zanieczyszczenia mechaniczne w sieciach ciepłowniczych – metody ich usuwania na przykładzie odmulaczy siatkowo-inercyjnych IOW



Joanna Borkowska

Dyrektor Handlowy
INFRACORR Sp. z o.o.
ul. Raduńska 20 C
83-331 Niestępowo Polska
www.infracorr.com.pl

Streszczenie
Utrzymanie odpowiedniej jakości wody sieciowej jest jednym z istotnych warunków niezawodnej pracy systemów ciepłowniczych. Oprócz właściwości fizykochemicznych czynnika grzewczego szczególne znaczenie ma obecność zanieczyszczeń mechanicznych, które mogą zakłócać przepływ, pogarszać warunki wymiany ciepła oraz przyspieszać zużycie urządzeń, zwiększając ryzyko awarii.
W artykule omówiono źródła zanieczyszczeń mechanicznych, ich wpływ na urządzenia ciepłownicze oraz metody usuwania z wody obiegowej. Na przykładzie odmulaczy siatkowo-inercyjnych IOW produkcji INFRACORR przedstawiono współdziałanie separacji inercyjnej, sedymentacji grawitacyjnej, filtracji siatkowej oraz dodatkowej separacji magnetycznej w wykonaniu IOW/M.

Wprowadzenie

Współczesne systemy ciepłownicze podlegają ciągłej modernizacji, której celem jest poprawa efektywności energetycznej, ograniczenie strat ciepła oraz zwiększenie niezawodności dostaw energii. Wprowadzane są nowe rozwiązania w zakresie źródeł ciepła, pompowni, wymiennikowni oraz układów automatycznej regulacji pracy. Niezależnie jednak od stopnia zaawansowania technicznego tych urządzeń, ich prawidłowa praca pozostaje w znacznym stopniu uzależniona od jakości przepływającego przez nie czynnika grzewczego.

Woda sieciowa pełni funkcję nośnika energii cieplnej, ale jednocześnie stanowi środowisko, w którym zachodzą procesy fizykochemiczne wpływające na stan techniczny instalacji. Obecność rozpuszczonych gazów, soli mineralnych i produktów korozji może prowadzić do stopniowego pogarszania warunków eksploatacji.

Szczególną grupę stanowią zanieczyszczenia mechaniczne przemieszczające się wraz ze strumieniem wody. Ich obecność nie zawsze znajduje odzwierciedlenie w podstawowych parametrach fizykochemicznych czynnika, natomiast może bezpośrednio oddziaływać na pracę wymienników ciepła, pomp, zaworów regulacyjnych i innych elementów systemu ciepłowniczego.

Dlatego utrzymanie jakości wody ciepłowniczej nie powinno ograniczać się wyłącznie do jej przygotowania przed napełnieniem instalacji. Równie ważne jest systematyczne usuwanie zanieczyszczeń powstających i przemieszczających się podczas eksploatacji.

Źródła zanieczyszczeń mechanicznych w wodzie sieciowej

Zanieczyszczenia mechaniczne występują zarówno w nowych, jak i eksploatowanych sieciach ciepłowniczych. W nowych rurociągach są to przede wszystkim pozostałości procesów produkcyjnych i montażowych, takie jak drobiny metali, zgorzelina spawalnicza czy piasek.

W eksploatowanych sieciach istotnym źródłem zanieczyszczeń są produkty korozji stalowych elementów, w tym magnetyt (Fe_3O_4), powstający w wyniku procesów korozyjnych zachodzących w kontakcie stali z wodą. Magnetyt może tworzyć na powierzchni stali warstwę ograniczającą korozję, jednak jego oderwane cząstki, unoszone przez wodę, stanowią zanieczyszczenie mechaniczne.

Zmiany natężenia przepływu, uruchamianie pomp po postoju oraz remonty sieci mogą dodatkowo powodować ponowne unoszenie nagromadzonych wcześniej zanieczyszczeń.

Wpływ zanieczyszczeń na pracę urządzeń ciepłowniczych

Zanieczyszczenia mechaniczne obecne w wodzie sieciowej mogą pogarszać warunki pracy urządzeń ciepłowniczych i przyspieszać ich zużycie.

W wymiennikach ciepła, szczególnie płytowych, gromadzące się cząstki mogą ograniczać przepływ w wąskich kanałach, zwiększać opory hydrauliczne i obniżać efektywność wymiany ciepła.

W pompach obiegowych zanieczyszczenia przyspieszają zużycie elementów roboczych i uszczelnień, natomiast w armaturze regulacyjnej i odcinającej mogą zakłócać prawidłową regulację oraz utrudniać szczelne zamykanie zaworów.

Skutkiem tych zjawisk są częstsze interwencje serwisowe, pogorszenie parametrów pracy urządzeń i wzrost kosztów eksploatacji. Stopień oddziaływania zanieczyszczeń zależy nie tylko od ich ilości, lecz także od wielkości, twardości, kształtu, gęstości oraz właściwości magnetycznych cząstek.

Uzdatnianie wody a usuwanie zanieczyszczeń mechanicznych

W ciepłownictwie stosuje się różne metody uzdatniania wody. Zmiękczanie ogranicza jej twardość, demineralizacja służy usuwaniu rozpuszczonych składników mineralnych, a odgazowanie zmniejsza zawartość gazów, w szczególności tlenu sprzyjającego korozji. Korekcja chemiczna pozwala natomiast utrzymywać odpowiednie parametry wody, w tym odczyn pH.

Procesy te mają istotne znaczenie dla trwałości sieci ciepłowniczych i mogą ograniczać powstawanie niektórych zanieczyszczeń. Ich uzupełnieniem jest mechaniczne oczyszczanie wody obiegowej, wykorzystujące różne metody usuwania zanieczyszczeń, takie jak separacja inercyjna, sedymentacja grawitacyjna, filtracja siatkowa oraz separacja magnetyczna. Połączenie tych mechanizmów w jednym urządzeniu umożliwia usuwanie zanieczyszczeń o zróżnicowanych właściwościach fizycznych.

Odmulacze siatkowo-inercyjne IOW – budowa i zasada działania

Przykładem urządzeń wykorzystujących współdziałanie różnych mechanizmów oddzielania zanieczyszczeń są odmulacze siatkowo-inercyjne IOW produkowane przez firmę INFRACORR.

Konstrukcja urządzeń wywodzi się z rozwiązań opracowanych w Instytucie Ogrzewnictwa i Wentylacji Politechniki Warszawskiej. Odmulacze IOW występują w dwóch podstawowych wykonaniach: IOW/S, wykorzystującym separację inercyjną, sedymentację grawitacyjną i filtrację siatkową, oraz IOW/M, w którym dodatkowo zastosowano stos magnetyczny.

Podstawowym elementem konstrukcyjnym odmulacza jest pionowy, cylindryczny zbiornik wyposażony w przegrodę spiralną, wymienny wkład siatkowy oraz dolną przestrzeń przeznaczoną do gromadzenia oddzielonych zanieczyszczeń. W wykonaniu IOW/M wewnątrz wkładu siatkowego umieszczony jest dodatkowo stos magnetyczny, zbudowany z magnesów stałych. W górnej części zbiornika zastosowano zamknięcie hydroforowe oraz króciec odpowietrzający, wykorzystywany między innymi podczas napełniania urządzenia. Budowę magnetoodmulacza w wykonaniu IOW/M wraz z oznaczeniem głównych elementów konstrukcyjnych przedstawiono na Rysunku 1.

Separacja inercyjna

Woda wpływająca do odmulacza kierowana jest do przestrzeni pomiędzy ścianą zbiornika a przegrodą spiralną.

Odpowiednio ukształtowana droga przepływu nadaje strumieniowi ruch wirowy. W wyniku działania sił bezwładności większe i cięższe cząstki zanieczyszczeń wykazują tendencję do przemieszczania się ku zewnętrznym obszarom przepływu (Rysunek 2).

Część cząstek oddzielonych od głównego strumienia trafia do dolnej części zbiornika, gdzie zachodzi **sedymentacja**, czyli opadanie cząstek wytrąconych ze strumienia i ich gromadzenie przed okresowym usunięciem przez króciec spustowy bez konieczności każdorazowego demontażu całego urządzenia (Rysunek 3).

Wstępne oddzielenie większych frakcji ogranicza ilość zanieczyszczeń docierających bezpośrednio do powierzchni wkładu siatkowego.

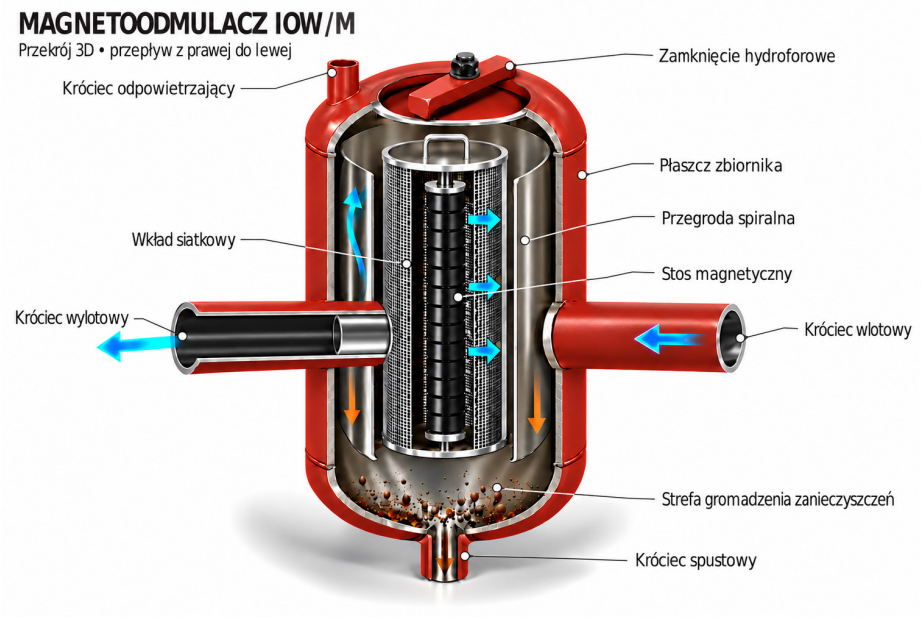
Filtracja siatkowa

Kolejnym elementem oczyszczania jest wymienny wkład siatkowy wykonany ze stali odpornej na korozję.

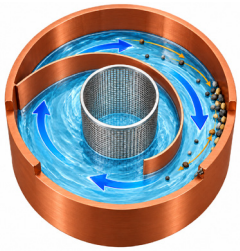
Woda przepływa przez siatkę z zewnątrz do wnętrza wkładu, a następnie kierowana jest do króćca wylotowego (Rysunek 4).

Wkład siatkowy stanowi barierę mechaniczną zatrzymującą zanieczyszczenia o wymiarach od 100 µm.

Istotną zaletą takiego rozwiązania jest to, że również w przypadku ponownego uniesienia części zanieczyszczeń zgromadzonych w dolnej przestrzeni zbiornika woda kierowana do króćca wylotowego musi przepłynąć przez wkład siatkowy. Filtracja stanowi zatem dodatkowy etap oczyszczania, uzupełniający separację inercyjną i sedymentację grawitacyjną.



Rysunek 1. Magnetoodmulacz siatkowo-inercyjny IOW/M – budowa i główne elementy konstrukcyjne. *Źródło: INFRACORR Sp. z o.o. (2026)*



Rysunek 2. Separacja inercyjna – schemat ruchu wirowego wody wymuszanego przez przegrodę spiralną i przemieszczania cząstek ku ścianie zbiornika. *Źródło: INFRACORR Sp. z o.o. (2026)*



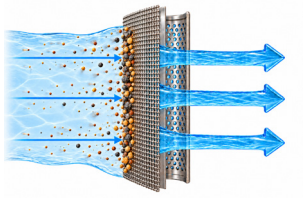
Rysunek 3. Sedymentacja grawitacyjna – schemat gromadzenia oddzielonych zanieczyszczeń w dolnej przestrzeni zbiornika, skąd są okresowo usuwane przez króciec spustowy. *Źródło: INFRACORR Sp. z o.o. (2026)*

Separacja magnetyczna

Stos magnetyczny, zbudowany z magnesów stałych, wychwytuje cząstki podatne na oddziaływanie pola magnetycznego, w szczególności magnetyt oraz inne magnetyczne produkty korozji (Rysunek 5).

Rozwiązanie to ma znaczenie w systemach, w których znaczna część zanieczyszczeń pochodzi z procesów korozyjnych zachodzących na powierzchniach elementów stalowych.

Separacja magnetyczna uzupełnia filtrację mechaniczną, umożliwiając zatrzymywanie również części drobnych cząstek, których rozmiary mogą być mniejsze od oczek siatki.



Rysunek 4. Filtracja siatkowa – schemat zatrzymywania zanieczyszczeń na zewnętrznej powierzchni siatki podczas przepływu wody do wnętrza wkładu. *Źródło: INFRACORR Sp. z o.o. (2026)*



Rysunek 5. Separacja magnetyczna – schemat wychwytywania i zatrzymywania na stosie magnetycznym cząstek zanieczyszczeń podatnych na oddziaływanie pola magnetycznego. *Źródło: INFRACORR Sp. z o.o. (2026)*

Znaczenie konstrukcji IOW dla eksploatacji systemów ciepłowniczych

Znaczenie konstrukcji odmulaczy sieciowych IOW wynika nie tylko z zastosowania współdziałających mechanizmów oddzielania zanieczyszczeń, lecz również z rozwiązań wpływających na warunki ich eksploatacji. Wstępne oddzielanie części zanieczyszczeń przed skierowaniem strumienia wody na wkład siatkowy może ograniczać tempo jego zanieczyszczania, a tym samym zmniejszać częstotliwość niezbędnych czynności konserwacyjnych.

Na szczególną uwagę zasługuje górne zamknięcie hydroforowe, wyposażone w pałąk i jedną śrubę mocującą. W porównaniu z tradycyjnymi zamknięciami wielośrubowymi znacząco upraszcza ono dostęp do wnętrza odmulacza, ułatwiając kontrolę i czyszczenie wkładu siatkowego oraz stosu magnetycznego w wykonaniu IOW/M. Rozwiązanie to ogranicza pracochłonność czynności obsługowych, co ma szczególne znaczenie w instalacjach wymagających regularnej kontroli stanu urządzeń. Wszelkie czynności serwisowe należy wykonywać po odcięciu urządzenia od instalacji, obniżeniu ciśnienia i schłodzeniu, zgodnie z dokumentacją techniczno-ruchową.

Skuteczność oczyszczania oraz warunki pracy odmulacza zależą nie tylko od jego konstrukcji, lecz także od właściwego doboru do parametrów instalacji. Należy uwzględnić przede wszystkim natężenie przepływu, charakterystykę hydrauliczną urządzenia oraz przewidywany rodzaj i ilość zanieczyszczeń. Nadmierna prędkość przepływu może pogarszać warunki separacji inercyjnej, natomiast niewłaściwy dobór wkładu siatkowego może prowadzić do zwiększonych strat ciśnienia. Z tego względu dobór odmulacza powinien opierać się na charakterystykach technicznych i zaleceniach producenta.

Odmulacze sieciowe IOW oferowane są w zakresie średnic nominalnych DN 32–DN 150, przy maksymalnej temperaturze roboczej 150°C oraz maksymalnym ciśnieniu roboczym 16 bar (INFRACORR Sp. z o.o., 2026).

Zastosowanie odmulaczy w węzłach cieplnych i sieciach ciepłowniczych

Jednym z typowych miejsc montażu odmulaczy IOW jest przewód zasilający węzeł cieplny wodą sieciową. Zainstalowanie urządzenia przed wymiennikami ciepła i armaturą regulacyjną ogranicza ilość docierających do nich zanieczyszczeń.

Odmulacze stosowane są również na przewodach powrotnych instalacji centralnego ogrzewania oraz w obiegach technologicznych.

Szczególne znaczenie mają podczas modernizacji istniejących instalacji, gdy nowe wymienniki, pompy i zawory współpracują z wieloletnimi rurociągami, w których mogły nagromadzić się produkty korozji i inne zanieczyszczenia.

Montaż i eksploatacja odmulaczy IOW

Urządzenia IOW montowane są w położeniu pionowym, zgodnie z kierunkiem przepływu wskazanym przez producenta, z zapewnieniem dostępu do elementów wymagających okresowej obsługi.

Czynności eksploatacyjne obejmują kontrolę i czyszczenie wkładu siatkowego, usuwanie zanieczyszczeń zgromadzonych w dolnej przestrzeni zbiornika oraz w wykonaniu IOW/M, czyszczenie stosu magnetycznego. Króciec odpowietrzający umożliwia usuwanie powietrza z górnej części urządzenia.

Metodą kontroli stopnia zanieczyszczenia wkładu siatkowego jest pomiar różnicy ciśnień między wlotem a wylotem odmulacza. Jego wzrost przy porównywalnym natężeniu przepływu może wskazywać na nagromadzenie zanieczyszczeń na wkładzie siatkowym. Zakres i częstotliwość czynności obsługowych powinny być dostosowane do warunków eksploatacji oraz zaleceń dokumentacji techniczno-ruchowej.

Ilość i charakter usuwanych zanieczyszczeń mogą również dostarczać informacji o stanie technicznym instalacji, w tym o zachodzących procesach korozyjnych. Odmulacz może zatem wspomagać ocenę stanu eksploatacyjnego obiegu.

Podsumowanie

Skuteczna ochrona urządzeń ciepłowniczych przed zanieczyszczeniami mechanicznymi wymaga kompleksowego podejścia do jakości wody, obejmującego zarówno jej uzdatnianie, jak i oczyszczanie podczas eksploatacji systemu.

Przedstawione na przykładzie odmulaczy siatkowo-inercyjnych IOW produkcji INFRACORR rozwiązania pokazują, że współdziałanie różnych mechanizmów separacji oraz odpowiednio zaprojektowana konstrukcja urządzenia umożliwiają skuteczne oczyszczanie wody przy jednoczesnym zachowaniu dogodnych warunków obsługi i konserwacji.

Właściwie dobrane i eksploatowane odmulacze stanowią istotny element ochrony infrastruktury ciepłowniczej, wspierając utrzymanie sprawności technicznej urządzeń oraz niezawodności pracy całego systemu.

Źródła

INFRACORR Sp. z o.o. (2026). *Odmulacze siatkowo-inercyjne IOW/S i IOW/M: Materiały techniczne i informacyjne* [Materiały firmowe, niepublikowane].

Ciśnienie pod kontrolą: niewidzialny strażnik laboratoriów i pomieszczeń czystych



Mgr inż. Maciej Cierpikowski

TROX Polska Sp. z o.o.

Od nadciśnienia chroniącego proces po podciśnienie ograniczające ryzyko wydostania się zanieczyszczeń — o skuteczności systemu decyduje nie jeden element, lecz precyzyjnie zestrojony układ nawiewu, wywiewu, pomiaru i automatyki.

W pomieszczeniach, w których liczy się czystość, bezpieczeństwo procesu albo ochrona ludzi i otoczenia, przepływ powietrza nie może być pozostawiony przypadkowi. W nowoczesnych budynkach przemysłowych, farmaceutycznych, medycznych i badawczych coraz większe znaczenie ma precyzyjna regulacja ciśnienia powietrza, która decyduje o bezpieczeństwie procesów technologicznych, ochronie personelu oraz jakości wytwarzanych produktów. Odpowiednio zaprojektowany system wentylacji pozwala utrzymać wymaganą kaskadę ciśnienia pomiędzy pomieszczeniami i zapobiega niekontrolowanemu przepływowi zanieczyszczeń.

Dodatnie czy ujemne? Najpierw trzeba określić cel

Pomieszczenia czyste (Cleanrooms) projektowane są przede wszystkim w celu ochrony produktu przed zanieczyszczeniami pyłowymi, mikrobiologicznymi i chemicznymi. Dlatego stosuje się w nich dodatnie ciśnienie względem otoczenia. Powietrze przepływa z obszarów najczystszych do mniej wymagających stref, tworząc tzw. kaskadę ciśnienia.

Laboratoria mają natomiast chronić pracowników oraz środowisko przed substancjami niebezpiecznymi. Z tego

Tabela 1. Normy i wytyczne dotyczące pomieszczeń czystych i pomieszczeń laboratoryjnych. Źródło: materiały techniczne firmy TROX

Kategoria	Pomieszczenia czyste (Cleanrooms)	Laboratoria
Główne normy / przepisy	PN-ISO 14644 Wytyczne GMP (Dz.U. 2015 poz. 1979)	PN-EN 14175; DIN 1946 T7; CEN TS 17441 Laboratoria biologiczne (PN-EN 12128 + wytyczne WHO)
Główne normy odniesienia	PN-ISO 14644-1 – klasyfikacja czystości powietrza wg stężenia cząstek PN-ISO 14644-2 – monitorowanie parametrów pomieszczeń czystych PN-ISO 14644-3 – metody badań PN-ISO 14644-16 – efektywność energetyczna	PN-EN 14175-2, – dygestoria laboratoryjne Wymagania bezpieczeństwa i właściwości użytkowych PN-EN 14175-6, – Wyciągi laboratoryjne o zmiennej objętości powietrza
Główny cel	Ochrona produktu i kontrola zanieczyszczeń	Ochrona personelu oraz zabezpieczenie przed substancjami niebezpiecznymi
Czystość powietrza	Klasy ISO 5–9, określane na podstawie stężenia cząstek	Nie jest określana na podstawie cząstek; nacisk na ograniczenie emisji i ekspozycji
Strategia przepływu powietrza	Stały nawiew, wynikający z wymaganej krotności wymian powietrza, regulacja ciśnienia poprzez ograniczenie wywiewu	Szybkie dostosowanie do zmiennego zapotrzebowania na wyciąg, kontrola ciśnienia poprzez ograniczenie nawiewu
Filtracja	Końcowa filtracja HEPA / ULPA (H13–U15)	Filtracja zależna od poziomu ryzyka; często HEPA w laboratoriach biologicznych
Kontrola ciśnienia	Kaskada nadciśnienia chroniąca proces	Podciśnienie zapobiegające wydostawaniu się zanieczyszczeń
Dystrybucja powietrza	Ściśle kontrolowana; często przepływ laminarny lub silnie indukcyjny nad strefami krytycznymi	Lokalne systemy wyciągowe: dygestoria ze zmiennym przepływem i ramiona odciągowe
Kontrola środowiska	Stabilne warunki termiczno-wilgotnościowe: temperatura i wilgotność	Warunki dostosowane do procesów laboratoryjnych
Wymagania eksploatacyjne	Ciągłe monitorowanie stężenia cząstek i parametrów pracy	Szybka reakcja systemu na otwieranie szyby dygestorium lub zmiany wyciągu
Typowe sterowanie HVAC	Kontrola różnicy ciśnienia i kontrolowane krotności wymian powietrza	Kompensacja przepływu powietrza, zmienne poziomy przepływu, kontrola ciśnienia

powodu utrzymuje się w nich ujemne ciśnienie, które zapobiega wydostawaniu się zanieczyszczeń poza pomieszczenie.

Tabela 1 przedstawia przepisy i wymagania dla pomieszczeń czystych i laboratoriów odnośnie kontroli ciśnienia, filtracji i dystrybucji powietrza.

Regulacja ciśnienia w teorii

Regulacja ciśnienia sprowadza się do utrzymywania właściwej relacji między ilością powietrza doprowadzanego do pomieszczenia a ilością powietrza z niego usuwanego - przy uwzględnieniu nieszczelności przegród i innych dróg przepływu powietrza. Powietrze może przechodzić przez: szczeliny, drzwi, przepusty instalacyjne, nieszczelności przegród, inne elementy konstrukcyjne. Szczelność przegród i sufitów oraz możliwość dostosowania strumienia powietrza do rzeczywistej charakterystyki pomieszczenia, odgrywa znaczącą rolę przy regulacji ciśnienia w pomieszczeniu. Określenie na etapie projektowania przewidywanych przecieków powietrza w kaskadzie ciśnienia, pozwala na właściwe dopasowanie systemu regulacji do warunków panujących w poszczególnych pomieszczeniach. W praktyce na etapie projektu jesteśmy w stanie określić przede wszystkim nieszczelności występujące w obrębie drzwi łączących pomieszczenia o różnych wartościach ciśnienia. Pozostałe drogi przepływu powietrza, wynikające m.in. z nieszczelności przegród, sufitów czy przepustów instalacyjnych, wymagają przyjęcia odpowiednich założeń i marginesu bezpieczeństwa.

Wyobraźmy sobie balon, do którego dopływa powietrze i z którego jednocześnie powietrze odpływa. Jeżeli znamy wielkość przecieku, czyli ilość powietrza uciekającego przez nieszczelności, możemy tak dobrać strumienie powietrza nawiewanego i wywiewanego, aby objętość balonu pozostawała na stałym poziomie.

Jeśli dodatkowo podłączymy do balonu pompkę i w balonie pojawi się dodatkowa nieszczelność, będziemy mogli kompensować niewielkie zmiany przecieku, pomiędzy wnętrzem balonu a otoczeniem i utrzymywać jego napełnienie na stałym poziomie. Jest jednak jeden bardzo istotny warunek. Pompka musi być odpowiednio dobrana, tak aby nawet minimalny ruch tłoczka, nie powodował nadmiernych zmian ilości tłoczonego powietrza. Innymi słowy, im mniejszy jest przeciek, tym bardziej czuły i precyzyjny musi być układ regulacji ciśnienia.

Można to podsumować w prosty sposób: **mały przeciek oznacza niewielki margines błędu, dlatego skuteczne utrzymanie stabilnego ciśnienia wymaga bardzo dokładnego systemu regulacji**. Wartość oczekiwanego ciśnienia w pomieszczeniu może być wyliczona zgodnie ze wzorem (1).

$$\Delta p = \frac{1}{2}\rho\left(\frac{\dot{V}_{leak}}{\mu \times A_{leak}}\right)^2 \quad (1)$$

gdzie:

ρ – gęstość powietrza, kg/m^3;

$\dot{V}_{leak}$ – różnica wartości strumienia objętości powietrza, m^3/h;

μ – współczynnik wypływu (0,72 dla otworów o ostrych krawędziach – szczelina pod drzwiami);

A_{leak} – powierzchnia nieszczelności w pomieszczeniu, m^2.

Oszacowanie nieszczelności związanych z regulacją ciśnienia w pomieszczeniu

W przypadku regulacji ciśnienia oszacowanie niezbędnej różnicy pomiędzy strumieniem objętości powietrza nawiewanego i wywiewanego odgrywa kluczową rolę. Im mniejsza jest ta różnica tym trudniej uzyskać stabilną regulację ciśnienia. Dlatego w niektórych projektach przy tej samej wartości ciśnienia w pomieszczeniu eksploatacja przebiega bez problemów, a w innych na granicy wykonalności. Do oszacowania nieszczelności pomocny może być następujący wzór (2).

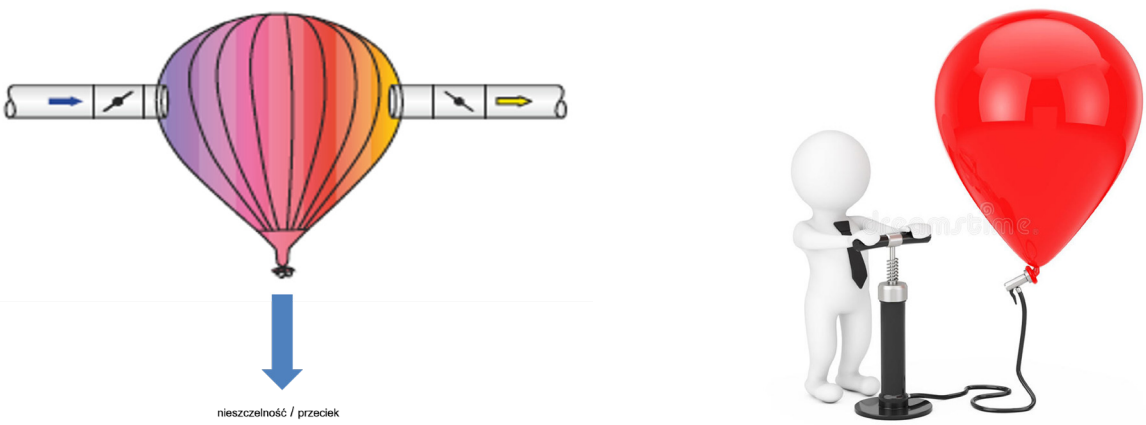
$$\dot{V}_{leak} = \sqrt{\frac{p_{set}}{\rho/2}} \times A_{leak} \times \mu \times 3600 \quad (2)$$

p_{set} – wartość nastawy ciśnienia w pomieszczeniu, Pa, [kg/m·s^2].

Przykładowe obliczenia dla szczelnego pomieszczenia, przy założeniu różnicy ciśnienia wynoszącej 10 Pa, powierzchni nieszczelności A równej 0,01 m^2 przedstawiono w równaniu (3).

$$\dot{V}_{leak} = \sqrt{\frac{10Pa}{0{,}6\ kg/m^3}} \times 0{,}01\ m^2 \times 0{,}72 \times 3600 \approx \approx 100\ m^3 \quad (3)$$

Wynik obliczeń (3) odpowiada powierzchni szczeliny ok. 10 mm, pod drzwiami o szerokości 1 m.



Rysunek 1. Idea regulacji ciśnienia w pomieszczeniu. Źródło: materiały techniczne firmy TROX

Przedstawiony przykład pokazuje, że już przy różnicy ciśnienia 10 Pa pomiędzy pomieszczeniami musimy założyć odpowiednią różnicę pomiędzy nawiewem i wywiewem powietrza. Widać również, że wartości przecieków nie zależą od wielkości pomieszczenia. Jeżeli pomieszczenie będzie bardzo szczelne to wszystkie elementy składowe i komponenty systemu wentylacyjnego muszą być doskonale dobrane i dopasowane. W złożonych układach pomieszczeń w kaskadzie ciśnienia ze wzajemną interakcją wielu regulatorów przepływu, zadanie staje się jeszcze bardziej złożone, ponieważ każdy proces regulacyjny wykonywany w systemie wentylacyjnym staje się dodatkową zmienną zakłócającą układ regulacji.

Jaki system do regulacji ciśnienia w zależności od współczynnika nieszczelności?

W zależności od współczynnika nieszczelności pomieszczenia, firma TROX oferuje różne rozwiązania do regulacji ciśnienia. Jednym z nich jest uniwersalny sterownik TUx, który może być skonfigurowany do pracy jako regulator przepływu, regulator utrzymujący stałe ciśnienie w kanale lub urządzenie odpowiedzialne za utrzymywanie zadanej wartości ciśnienia w pomieszczeniu. Dużą zaletą tego rozwiązania jest możliwość zastosowania różnych typów siłowników (analogowe standardowe i szybkie, cyfrowe), co pozwala optymalnie dopasować charakterystykę pracy urządzenia do wymagań konkretnej instalacji. Dzięki temu można zapewnić zarówno wysoką dokładność regulacji w bardzo szczelnych pomieszczeniach, jak i ekonomiczną pracę w obiektach o większej wartości przecieków powietrza.

Tabela 2. Rozwiązania do regulacji ciśnienia w zależności od współczynnika nieszczelności. Źródło: materiały techniczne firmy TROX

	TVR TROX sterownik uniwersalny		
	TVR TUN	**TVR TUS**	**TVR TUSD**
Współczynnik nieszczelności pomieszczenia	>250 m^3/h	>100 m^3/h	<100 m^3/h
Siłownik	Wolny analogowy (150 s / 0–90°)	Szybki analogowy (3 s / 0–90°)	Szybki cyfrowy (3 s / 0–90°)
Tylko regulacja ciśnienia	▪	▪	▪
Uruchomienie przez serwis TROX	▪	▪	▪

	TVR TROX system EASYLAB	
	TVR ELAB S	**TVR ELAB SD**
Współczynnik nieszczelności pomieszczenia	>100 m^3/h	<100 m^3/h
Siłownik	Szybki analogowy (3 s / 0–90°)	Szybki cyfrowy (3 s / 0–90°)
Regulacja ciśnienia i strumienia objętości powietrza	▪	▪
Uruchomienie przez serwis TROX	▪	▪

Bardziej zaawansowanym rozwiązaniem jest system EASYLAB, który umożliwia elastyczną konfigurację strategii regulacji w zależności od rzeczywistych warunków panujących w pomieszczeniu. System pozwala na precyzyjne dostosowanie sposobu sterowania do charakterystyki przepływów powietrza, wymaganej różnicy ciśnienia oraz stopnia szczelności pomieszczenia.

Dzięki rozproszonej architekturze sterowania EASYLAB integruje funkcje regulacji przepływu powietrza, kontroli ciśnienia, kompensacji procesowej oraz współpracy z urządzeniami wyciągowymi, takimi jak dygestoria, szafy wentylowane czy odciągi miejscowe. Umożliwia to utrzymanie stabilnych warunków pracy nawet przy dynamicznie zmieniających się obciążeniach instalacji.

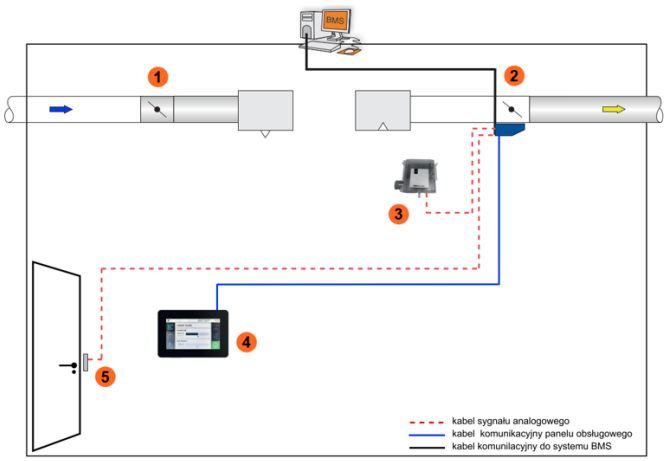
Dodatkową zaletą systemu jest możliwość zastosowania różnych typów siłowników, których charakterystyka może zostać dopasowana do wymagań konkretnej aplikacji. Pozwala to uzyskać optymalną dokładność regulacji zarówno w pomieszczeniach o dużych wartościach przecieków, jak i w bardzo szczelnych pomieszczeniach, gdzie nawet niewielka zmiana przepływu może powodować istotne zmiany ciśnienia. Dzięki temu EASYLAB zapewnia wysoką stabilność pracy, bezpieczeństwo użytkowników oraz efektywne wykorzystanie energii. Sugerowane rozwiązania w zależności od współczynnika nieszczelności pomieszczenia przedstawia Tabela 2.

Wytyczne:
- do regulacji ciśnienia zalecane jest stosowanie regulatorów okrągłych typu TVR
- maksymalna zalecana średnica regulatora 200 mm
- jeśli nieszczelność jest < 50 m^3/h, to dobór systemu wymaga szczególnej uwagi
- wartości podane w tabeli służą wyłączenie jako szybka pomoc przy wyborze rozwiązania
- szczegółowe dobory dla konkretnego projektu można wykonać za pomocą programu Easy Product Finder (EPF)

Regulacja ciśnienia w pomieszczeniach czystych (Cleanrooms)

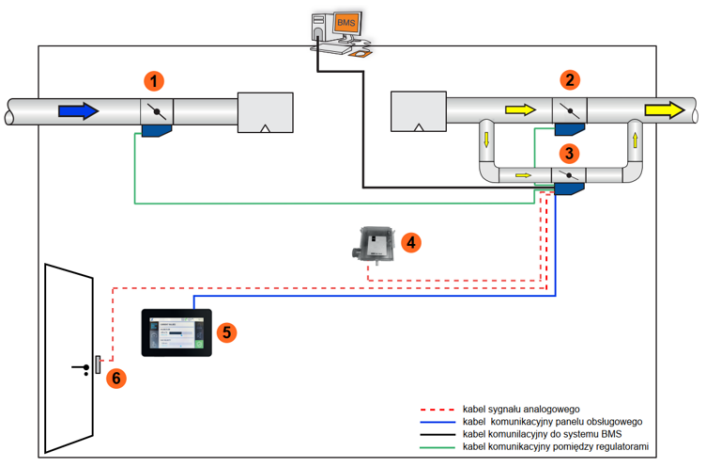
Jak wspomniano wcześniej, w pomieszczeniach czystych kluczowe znaczenie ma ochrona produktu przed zanieczyszczeniami pyłowymi, mikrobiologicznymi i chemicznymi. Z tego względu w pomieszczeniach tych stosuje się nadciśnienie względem otoczenia. Powietrze przepływa z obszarów o najwyższej klasie czystości do stref o niższych wymaganiach, tworząc tzw. kaskadę ciśnienia względem przyjętego punktu odniesienia. W układach kaskady ciśnienia pomieszczeń, optymalnym punktem odniesienia (0 Pa) jest ciśnienie atmosferyczne.

Jeżeli nie ma konieczności monitorowania ilości nawiewanego powietrza, na nawiewie można zastosować mechaniczny regulator stałego wydatku CAV. Alternatywnie można zastosować regulator zmiennego wydatku VAV, umożliwiający regulację ilości powietrza w zależności od aktualnych warunków pracy i odczyt ilości powietrza nawiewanego. Na wywiewie z pomieszczenia stosuje się natomiast regulator zmiennego przepływu wyposażony w uniwersalny sterownik TUS połączony z przetwornikiem różnicy ciśnienia, którego zadaniem jest utrzymywanie wymaganego nadciśnienia w pomieszczeniu. Przetwornik różnicy ciśnienia monitoruje ciśnienie



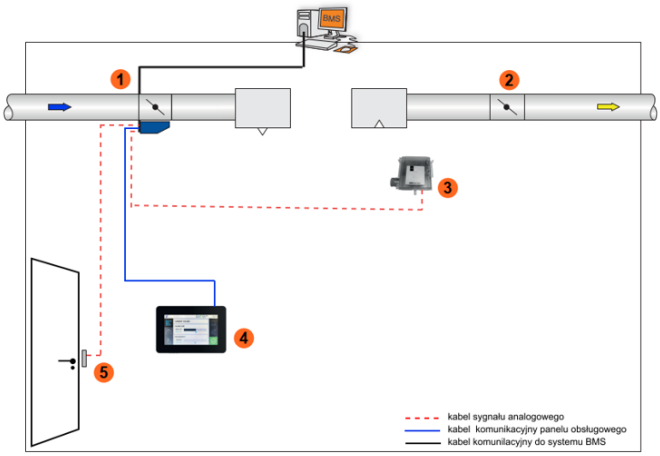
	Funkcja	Typ urządzenia
1	Nawiew do pomieszczenia CAV	RN
	Nawiew do pomieszczenia (opcja – 2 punkty pracy)	TVE/../XM0
2	Wywiew z pomieszczenia – regulacja ciśnienia	TVR/.../TUS/PRE/M...
3	Przetwornik różnicy ciśnienia	PEL-N
4	Panel obsługowy	CP-Touch
5	Kontrakton drzwi	

Rysunek 2. Układ do regulacji nadciśnienia w pomieszczeniu. Źródło: materiały techniczne firmy TROX



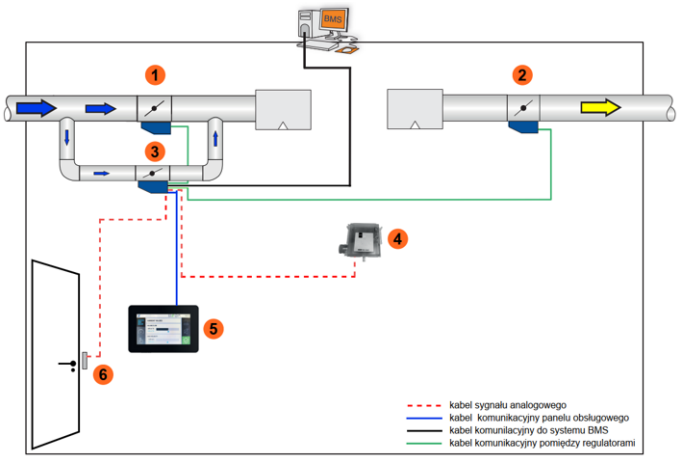
	Funkcja	Typ urządzenia
1	Nawiew do pomieszczenia – regulacja przepływu	TVR/.../TUS/ RS/S...
2	Wywiew z pomieszczenia – regulacja przepływu	TVR/.../TUS/ RE/S...
3	Wywiew z pomieszczenia – regulacja ciśnienia	TVR/.../TUS/ PRE/M...
4	Przetwornik różnicy ciśnienia	PEL-N
5	Panel obsługowy	CP-Touch
6	Kontrakton drzwi	

Rysunek 3. Układ do precyzyjnej regulacji nadciśnienia w pomieszczeniu. Źródło: materiały techniczne firmy TROX



	Funkcja	Typ urządzenia
1	Nawiew do pomieszczenia	TVR/.../TUS/PR-S/M...
2	Wywiew z pomieszczenia CAV	RN
	Wywiew z pomieszczenia (opcja – 2 punkty pracy),	TVE/../XS0
3	Przetwornik różnicy ciśnienia	PEL-N
4	Panel obsługowy	CP-Touch
5	Kontrakton drzwi	

Rysunek 4. Układ do regulacji podciśnienia w pomieszczeniu. Źródło: materiały techniczne firmy TROX



	Funkcja	Typ urządzenia
1	Nawiew do pomieszczenia – regulacja przepływu	TVR/.../TUS/ RS/S...
2	Wywiew z pomieszczenia – regulacja przepływu	TVR/.../TUS/ RE/S...
3	Nawiew do pomieszczenia – regulacja ciśnienia	TVR/.../TUS/PR-S/M...
4	Przetwornik różnicy ciśnienia	PEL-N
5	Panel obsługowy	CP-Touch
6	Kontrakton drzwi	

Rysunek 5. Układ do precyzyjnej regulacji podciśnienia w pomieszczeniu. Źródło: materiały techniczne firmy TROX

w pełnym zakresie +/– 50 Pa. Opcjonalnie możemy zastosować pomiar przepływ na regulatorze wywiewanym, co umożliwia nam podgląd ilości powietrza wywiewanego przy określonej różnicy ciśnienia w pomieszczeniu. Na Rysunku 2 przedstawiono przykład układu do regulacji nadciśnienia w pomieszczeniu.

Układ z pojedynczym regulatorem do utrzymywania nadciśnienia w pomieszczeniu jest zalecany dla pomieszczeń o standardowej nieszczelności, generującej przeciek powietrza na poziomie 100–200 m^3/h, przy przepływie strumienia objętości przez regulator wywiewny wynoszącym max. około 750 m^3/h.

W przypadku pomieszczeń o wysokiej szczelności i dużej liczbie wymian powietrza, gdzie wartość przecieków wynosi < 50 m^3/h, układ regulacji nadciśnienia wymaga precyzyjnego doboru oraz możliwości dostrojenia parametrów pracy podczas uruchomienia instalacji. W tego typu zastosowaniach, znacznie lepsze efekty zapewnia układ oparty na trzech regulatorach VAV. Rozwiązanie takie obejmuje dwa regulatory odpowiedzialne za utrzymywanie zadanych strumieni objętości powietrza nawiewanego i wywiewanego, przy określonej różnicy przepływów oraz dodatkowy regulator o średnicy od 125 do 160 mm (dobór średnicy uzależniony od szczelności pomieszczenia), przeznaczony do bezpośredniego utrzymywania nadciśnienia.

Taka konfiguracja umożliwia precyzyjne ustawienie różnicy pomiędzy strumieniem powietrza nawiewanego i wywiewanego, przy określonym nadciśnieniu oraz dostrojenie optymalnych parametrów pracy regulatora ciśnienia. Dzięki temu możliwe jest uzyskanie bardzo małych odchyłek od zadanej wartości nadciśnienia w pomieszczeniach o wysokiej szczelności i zmiennych warunkach eksploatacyjnych. Rysunek 3 przedstawia przykład układu do precyzyjnej regulacji nadciśnienia w pomieszczaniu.

Jeżeli na regulatorach nawiewnym, wywiewnym oraz regulatorze do utrzymywania nadciśnienia zastosowane zostaną uniwersalne sterowniki, np. TUS, to po połączeniu ich za pomocą magistrali komunikacyjnej (kabel sieciowy zakończony wtykami RJ45), możliwe jest centralne zarządzanie pracą całego układu. W takim rozwiązaniu regulator odpowiedzialny za utrzymywanie nadciśnienia pełni funkcję nadrzędnego sterownika pomieszczenia (Master).

Z poziomu sterownika Master możliwa jest zmiana wartości strumienia powietrza nawiewanego i wywiewanego do pomieszczenia, a także bieżący odczyt i monitoring aktualnej wartości nadciśnienia. Rozwiązanie to upraszcza obsługę instalacji oraz umożliwia wygodne zarządzanie podstawowymi parametrami pracy systemu.

Regulacja ciśnienia w Laboratoriach

W laboratoriach nadrzędnym celem systemów wentylacji i regulacji ciśnienia jest ochrona personelu oraz środowiska przed oddziaływaniem substancji niebezpiecznych. Z tego względu w pomieszczeniach laboratoryjnych najczęściej utrzymywane jest podciśnienie, które zapobiega przedostawaniu się zanieczyszczeń do stref sąsiednich.

W tego typu obiektach kluczowe znaczenie ma zapewnienie skutecznego usuwania określonej ilości powietrza z pomieszczenia. Z tego powodu strumień powietrza wywiewanego jest zazwyczaj utrzymywany na stałym poziomie, natomiast wartość podciśnienia regulowana jest poprzez odpowiednie ograniczanie strumienia powietrza nawiewanego.

Na instalacji wywiewnej można zastosować mechaniczny regulator stałego przepływu CAV, utrzymujący zadaną wartość przepływu bez konieczności zasilania i sterowania, pod warunkiem, że nie jest wymagany pomiar ani monitoring ilości powietrza usuwanego z pomieszczenia. Alternatywnie stosowany jest regulator zmiennego przepływu VAV pracujący w trybie utrzymywania stałego wydatku, który umożliwia jednoczesny pomiar, monitoring oraz komunikację z systemem automatyki budynkowej.

Na instalacji nawiewnej stosowany jest regulator zmiennego przepływu VAV wyposażony w sterownik uniwersalny, np. TUS z przetwornikiem różnicy ciśnienia, odpowiedzialny za utrzymywanie zadanej wartości podciśnienia w pomieszczeniu z opcjonalnym pomiarem ilości nawiewanego powietrza. Sterownik na podstawie sygnału z przetwornika różnicy ciśnienia na bieżąco koryguje położenie przepustnicy regulatora, dostosowując ilość powietrza nawiewanego do aktualnych warunków pracy.

Takie rozwiązanie pozwala na precyzyjne utrzymywanie zadanej wartości podciśnienia wyrażonej w Pa, przy jednoczesnym zapewnieniu wymaganej skuteczności wentylacji oraz bezpieczeństwa użytkowników laboratorium. Rysunek 4 przedstawia przykład układu do regulacji podciśnienia w pomieszczeniu.

Układ z pojedynczym regulatorem do utrzymywania podciśnienia w pomieszczeniu jest zalecany dla pomieszczeń o standardowej nieszczelności, charakteryzujących się przeciekiem powietrza na poziomie 100–200 m^3/h, przy przepływie strumienia objętości przez regulator nawiewny wynoszącym max. około 750 m^3/h.

W przypadku pomieszczeń o wysokiej szczelności oraz dużej liczbie wymian powietrza, gdzie wartość przecieków wynosi < 50 m^3/h, zaleca się stosowanie układu opartego na trzech regulatorach. Rozwiązanie takie obejmuje dwa regulatory przepływu powietrza odpowiedzialne za utrzymywanie zadanych strumieni nawiewu i wywiewu oraz dodatkowy regulator o mniejszej średnicy, dedykowany do bezpośredniego utrzymywania podciśnienia w pomieszczeniu.

Taka konfiguracja umożliwia niezależną regulację bilansu powietrza oraz precyzyjne utrzymywanie zadanej wartości podciśnienia, co przekłada się na wysoką stabilność pracy układu w bardzo szczelnych pomieszczeniach.

Zastosowanie regulatorów wyposażonych w sterowniki uniwersalne, np. TUS, umożliwia połączenie wszystkich urządzeń za pomocą magistrali komunikacyjnej w jeden system sterowania. Układ taki może komunikować się z systemem BMS, a funkcję nadrzędnego sterownika pomieszczenia (Master) pełni regulator odpowiedzialny za utrzymywanie podciśnienia. Dzięki temu z jednego punktu możliwy jest monitoring parametrów pracy układu oraz zarządzanie regulacją ciśnienia i przepływu powietrza w pomieszczeniu. Rysunek 5 przedstawia przykład układu do precyzyjnej regulacji podciśnienia w pomieszczeniu.

Przy omawianiu systemów regulacji ciśnienia warto zwrócić uwagę na wpływ otwierania drzwi na pracę układu. Otwarcie drzwi pomiędzy strefami o różnych wartościach ciśnienia, powoduje wystąpienie stanu nieustalonego, w którym następuje gwałtowne wyrównywanie ciśnienia oraz chwilowe zaburzenie bilansu przepływu

powietrza. W takich warunkach regulator ciśnienia traci możliwość prawidłowej oceny rzeczywistych warunków panujących w pomieszczeniu.

Z tego względu zaleca się stosowanie kontaktronów lub innych czujników sygnalizujących stan otwarcia drzwi. W momencie otwarcia drzwi regulatory odpowiedzialne za utrzymywanie różnicy ciśnienia w pomieszczeniach, pomiędzy, którymi otwierane są drzwi, powinny zostać czasowo przełączone w tryb wstrzymania regulacji ciśnienia lub zamrożenia aktualnych nastaw przepływu. Po zamknięciu drzwi układ automatycznie powraca do normalnego trybu regulacji i ponownie rozpoczyna utrzymywanie zadanej wartości ciśnienia. Funkcja ta jest standardowo dostępna w sterownikach uniwersalnych i stanowi istotny element poprawiający stabilność pracy układu regulacji.

Takie rozwiązanie pozwala uniknąć niepotrzebnych korekt przepływu wynikających z chwilowego zakłócenia pomiaru oraz ogranicza ryzyko dużego przeregulowania układu. Po zamknięciu drzwi regulator rozpoczyna regulację od stanu bezpośrednio przed wystąpieniem zakłócenia, dzięki czemu wymagana różnica ciśnienia jest odzyskiwana szybciej i z większą stabilnością.

Funkcja blokady regulacji podczas otwarcia drzwi jest szczególnie zalecana w pomieszczeniach o wysokiej szczelności, pomieszczeniach czystych, laboratoriach, oraz w obiektach objętych kaskadą ciśnienia, gdzie nawet krótkotrwałe zaburzenia mogą wpływać na stabilność pracy całego systemu. W praktyce rozwiązanie to znacząco poprawia dynamikę regulacji, ogranicza liczbę zbędnych ruchów regulatorów oraz zwiększa stabilność utrzymywania wymaganych parametrów środowiskowych.

Najbardziej zaawansowanym rozwiązaniem w zakresie regulacji ciśnienia w pomieszczeniach i bilansowania powietrza jest zastosowanie regulatorów pracujących w systemie EASYLAB (Rysunek 6). System ten zapewnia pełną kontrolę nad strumieniami powietrza nawiewanego i wywiewanego, umożliwia bieżącą analizę wielkości przecieków powietrza oraz automatyczne dostosowywanie parametrów regulacji do zmieniającego się bilansu powietrza i warunków eksploatacyjnych.

Szczególne zastosowanie znajduje on w laboratoriach i pomieszczeniach specjalnych wyposażonych w dygestoria, odciągi miejscowe, szafy bezpieczeństwa lub okapy laboratoryjne, których stan pracy może dynamicznie wpływać na bilans powietrza w pomieszczeniu. System EASYLAB monitoruje wszystkie istotne parametry instalacji i na bieżąco kompensuje zmiany przepływów, zapewniając stabilne utrzymywanie zadanej różnicy ciśnienia oraz wymaganych strumieni objętościowych powietrza.

Dodatkową zaletą systemu jest możliwość centralnego zarządzania wszystkimi elementami instalacji wentylacyjnej z poziomu jednego interfejsu (regulator z funkcją zarządzania pomieszczeniem – RMF) oraz pełna integracja z systemem BMS za pomocą opcjonalnych protokołów komunikacyjnych. Pozwala to na ciągły monitoring parametrów pracy, rejestrację zdarzeń oraz szybką diagnostykę systemu.

Ze względu na szeroki zakres funkcji, rozbudowane możliwości konfiguracyjne oraz specyfikę działania systemu EASYLAB, zagadnienia związane z jego projektowaniem i konfiguracją wykraczają poza zakres niniejszego artykułu i zasługują na odrębne opracowanie.



Rysunek 6. System EASYLAB, przestrzeń techniczna. Źródło: materiały techniczne firmy TROX

Siłownik cyfrowy w regulatorach VAV – przełom w dokładności regulacji

Rozpatrując układy przeznaczone do precyzyjnej regulacji ciśnienia w pomieszczeniach, warto zwrócić uwagę na rodzaj zastosowanego siłownika regulatora VAV. Firma TROX, jako jeden z pionierów tej technologii, wprowadziła na rynek siłownik cyfrowy (HPD), który w porównaniu z tradycyjnym siłownikiem analogowym charakteryzuje się znacznie wyższą rozdzielczością pozycjonowania przepustnicy (Rysunek 7).

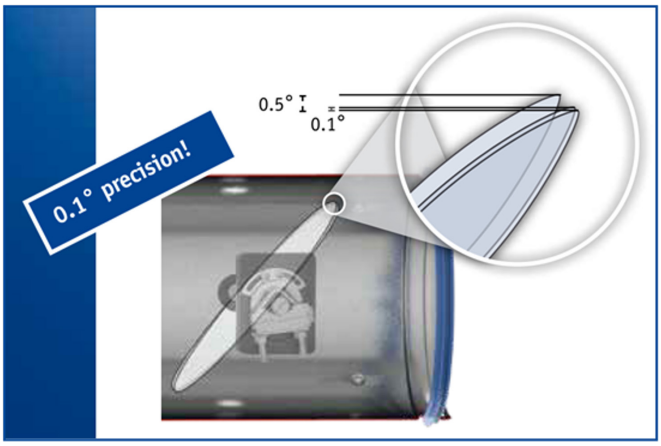
Zarówno stosowane siłowniki analogowe (S), jak i cyfrowe (HPD) należą do grupy siłowników szybkich i osiągają pełny zakres obrotu od 0° do 90° w czasie 3 sekund. Istotna różnica pomiędzy tymi rozwiązaniami dotyczy jednak dokładności pozycjonowania przepustnicy regulacyjnej.

W przypadku siłownika analogowego minimalny krok pozycjonowania wynosi około 0,5°. Oznacza to, że zmiana położenia przepustnicy realizowana jest skokowo, co 0,5° w całym zakresie obrotu od 0° do 90°. Natomiast siłownik cyfrowy charakteryzuje się rozdzielczością poniżej 0,1°, dzięki czemu liczba dostępnych punktów pośrednich jest wielokrotnie większa.

Wyższa rozdzielczość pozycjonowania przekłada się bezpośrednio na większą precyzję regulacji przepływu powietrza, a tym samym na dokładniejsze utrzymywanie zadanej różnicy ciśnienia w pomieszczeniu. Ma to szczególne znaczenie w pomieszczeniach o wysokiej szczelności, gdzie wartości przecieków powietrza są niewielkie i często nie przekraczają 50 m^3/h.

W takich warunkach nawet niewielka zmiana położenia przepustnicy może powodować istotną zmianę przepływu powietrza oraz wartości ciśnienia w pomieszczeniu. Zastosowanie siłownika cyfrowego umożliwia znacznie płynniejszą i dokładniejszą korekcję przepływu niż w przypadku siłownika analogowego, co przekłada się na większą stabilność regulacji oraz mniejsze odchyłki od zadanej wartości ciśnienia.

Korzyści wynikające z zastosowania siłownika cyfrowego są szczególnie widoczne w laboratoriach o wysokich standardach, pomieszczeniach czystych oraz innych obiektach wymagających precyzyjnej kontroli różnicy ciśnienia, gdzie utrzymanie stabilnych warunków środowiskowych ma kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa procesów technologicznych i użytkowników.



Rysunek 7. Rozdzielczość przepustnicy siłowników analogowego i cyfrowego. Źródło: materiały techniczne firmy TROX

Ciśnienie referencyjne – fundament precyzyjnej regulacji

Ostatnim, lecz niezwykle istotnym elementem systemu regulacji ciśnienia w pomieszczeniach jest zapewnienie stabilnego punktu odniesienia (0 Pa) dla wszystkich układów pomiarowych i regulacyjnych. Punkt odniesienia powinien być wspólny dla wszystkich regulatorów ciśnienia pracujących w danej kaskadzie oraz charakteryzować się możliwie wysoką stabilnością w czasie.

Za optymalny punkt odniesienia przyjmuje się ciśnienie atmosferyczne. W przeciwieństwie do ciśnienia panującego wewnątrz budynku, które może podlegać lokalnym wahaniom wywołanym pracą instalacji wentylacyjnej, otwieraniem drzwi czy przemieszczaniem się powietrza pomiędzy strefami, ciśnienie atmosferyczne stanowi stabilną bazę odniesienia dla precyzyjnej regulacji różnicy ciśnienia.

Punkt poboru ciśnienia odniesienia, powinien być zlokalizowany na zewnątrz budynku w sposób eliminujący wpływ wiatru, zjawisk konwekcyjnych oraz lokalnych zaburzeń przepływu powietrza. W tym celu stosuje się specjalne porty poboru ciśnienia statycznego wyposażone w elementy tłumiące, których zadaniem jest ograniczenie krótkotrwałych wahań ciśnienia. Rozwiązania tego typu umożliwiają wprowadzenie do budynku stabilnego sygnału referencyjnego (0 Pa). Przykładem takiego urządzenia jest port ciśnienia statycznego SPP firmy Produal.

W przypadku rozbudowanych instalacji obejmujących wiele pomieszczeń objętych regulacją ciśnienia, zaleca się wykonanie wspólnej magistrali ciśnienia odniesienia w postaci szczelnej rury referencyjnej o średnicy od 75 do 100 mm. Rura ta powinna być prowadzona w pobliżu regulowanych pomieszczeń i stanowić wspólny punkt odniesienia przetworników różnicy ciśnienia pracujących w kaskadzie. Ciśnienie atmosferyczne pobierane z zewnątrz budynku doprowadzane jest do rury referencyjnej. Do rury referencyjnej podłączane są następnie wszystkie punkty pomiarowe referencyjne. Takie rozwiązanie eliminuje różnice wynikające z lokalizacji czujników oraz zapewnia, że wszystkie regulatory wykorzystują identyczny punkt odniesienia. Ma to kluczowe znaczenie dla stabilności pracy układu, szczególnie w obiektach laboratoryjnych, pomieszczeniach czystych oraz instalacjach z rozbudowaną kaskadą ciśnienia, gdzie niewielkie błędy pomiarowe mogą prowadzić do zakłóceń regulacji i nieprawidłowego rozkładu różnic ciśnienia pomiędzy pomieszczeniami.

Prawidłowo zaprojektowany i wykonany układ ciśnienia odniesienia jest jednym z podstawowych warunków uzyskania stabilnej oraz precyzyjnej regulacji kaskady ciśnienia w całym obiekcie. Często to właśnie jakość punktu odniesienia decyduje o końcowej skuteczności działania systemu regulacji w kaskadzie ciśnienia.

Nie ma jednego uniwersalnego rozwiązania

Dobór rozwiązania do regulacji ciśnienia powinien być każdorazowo uzależniony od charakterystyki pomieszczenia, jego szczelności, wymaganych strumieni powietrza oraz sposobu eksploatacji. W niniejszym artykule przedstawiono przykładowe rozwiązania w zależności od poziomu nieszczelności pomieszczenia. Należy jednak pamiętać, że podane wartości mają charakter orientacyjny i powinny być traktowane jako wskazówka ułatwiająca wybór koncepcji regulacji. Ostateczny dobór systemu wymaga każdorazowo analizy konkretnego przypadku.

Prawidłowo działająca regulacja ciśnienia jest systemem naczyń połączonych, w którym każdy element wpływa na końcową stabilność pracy układu. Centrala wentylacyjna musi zapewniać stabilne strumienie objętości powietrza nawiewanego i wywiewanego, regulatory powinny dokładnie mierzyć oraz regulować strumienie objętości powietrza, a układ pomiaru ciśnienia dostarczać wiarygodnych danych w odniesieniu do stabilnego punktu referencyjnego. Równie istotną rolę odgrywają sterownik i siłownik, które muszą odpowiednio szybko reagować na zmiany warunków pracy. Dopiero współdziałanie wszystkich tych elementów pozwala na utrzymanie wymaganej różnicy ciśnienia.

W pomieszczeniach o kontrolowanych parametrach środowiskowych nie wystarczy jednorazowe osiągnięcie zadanej wartości ciśnienia. Kluczowe jest zapewnienie stabilnej regulacji również w sytuacji zmieniających się warunków eksploatacyjnych, takich jak zmiany obciążenia instalacji, otwieranie drzwi, praca dygestoriów czy odciągów miejscowych. To właśnie ciągła kontrola przepływu powietrza oraz skuteczna kompensacja zakłóceń decydują o bezpieczeństwie użytkowników, ochronie procesów technologicznych oraz utrzymaniu wymaganych parametrów środowiska.

W celu zapewnienia stabilnej, dokładnej i bezawaryjnej regulacji ciśnienia, należy zwrócić szczególną uwagę na następujące aspekty:

- stabilną i płynną regulację wydajności central wentylacyjnych (AHU), przy czym utrzymywanie różnicy ciśnienia powinno być realizowane przez regulatory VAV, natomiast regulacja wydajności centrali powinna obejmować odpowiednio dobraną strefę nieczułości, ograniczającą wzajemne oddziaływanie obu układów regulacji,
- prawidłowy dobór, montaż i konfigurację regulatorów przepływu oraz regulatorów ciśnienia,
- dokładność działania pozostałych urządzeń wpływających na bilans powietrza,
- szczelność pomieszczenia oraz jakość wykonania przegród budowlanych i sufitów,
- możliwość regulacji kontrolowanych przecieków, np. za pomocą uszczelek opadających w drzwiach,
- właściwe uruchomienie, dostrojenie oraz weryfikację działania całego układu regulacji kaskady ciśnienia.

Podsumowując, nawet najbardziej zaawansowany sterownik, regulator czy system automatyki nie są w stanie skompensować błędów projektowych, wykonawczych lub niewłaściwie dobranych urządzeń. Skuteczna regulacja ciśnienia jest rezultatem poprawnego projektu, wysokiej jakości wykonania instalacji oraz właściwie przeprowadzonego uruchomienia. Dopiero połączenie tych elementów pozwala uzyskać stabilną, precyzyjną i niezawodną regulację ciśnienia w pomieszczeniach o podwyższonych wymaganiach.

W opracowaniu wykorzystano informacje zawarte w materiałach technicznych firm TROX i PRODUAL, wytycznych WHO, poradniku projektowym LABCONTROL–EASYLAB oraz wytycznych GMP. Uwzględniono również wymagania określone w normach DIN 1946-7, CEN/TS 17441:2020, PN-EN ISO 14644-1, PN-EN ISO 14644-2, PN-EN ISO 14644-3, PN-EN ISO 14644-16, PN-EN 14175-2, PN-EN 14175-6 oraz PN-EN 12128:2000, dotyczących projektowania, wykonania, eksploatacji i monitorowania systemów wentylacji w laboratoriach, klasyfikacji i badania pomieszczeń czystych, ich efektywności energetycznej, bezpieczeństwa wyciągów laboratoryjnych oraz wymagań dla laboratoriów badawczych, rozwojowych i analitycznych.



Instalacje wody użytkowej w budynkach – wpływ rozwiązań projektowych i materiałowych na higienę wody i komfort użytkowania



Mgr inż. Adam Brząkowski

Doradca techniczny
Viega Sp. z o.o.

Wstęp

W niniejszym artykule przedstawiono pokrótce problematykę instalacji wodociągowych w budynkach i ich wpływu na zdrowie i komfort użytkowników. Pojęcie instalacji jest bardzo szerokie i w jednym artykule nie sposób omówić wszystkich czynników związanych z ich budową, które wpływają na zdrowie i komfort użytkowania. Instalacje wodociągowe stanowią obszerny dział inżynierii środowiska; w artykule zwrócono uwagę jedynie na wybrane zagadnienia, które – z perspektywy wieloletniej praktyki doradczej autora – najczęściej powodują problemy w eksploatacji.

Artykuł dotyczy instalacji wody użytkowej (wody zimnej i ciepłej). Podczas spotkań z projektantami, wykonawcami i zarządcami obiektów, prowadzonych w ramach pracy doradcy technicznego producenta systemów rurowych, autor bardzo często spotyka się z sygnałami o problemach z dostępem do wody o odpowiedniej jakości: zanieczyszczeniem, skażeniem mikrobiologicznym, brakiem wymaganej temperatury lub ciśnienia, a także nieprawidłowym smakiem lub zapachem wody. Celem artykułu jest wskazanie typowych przyczyn tych problemów oraz wynikających z nich wniosków dla projektowania instalacji i doboru materiałów.

Problemy eksploatacyjne w zależności od rodzaju budynku

Rodzaj zgłaszanych problemów zależy w dużej mierze od typu budynku. Przykładowo szpitale i hotele najczęściej zgłaszają problemy z higieną wody, w szczególności z bakteriami z rodzaju *Legionella*. Mieszkańcy i zarządcy budynków wielorodzinnych najczęściej zgłaszają problemy związane z ciśnieniem i temperaturą, a w starszych budynkach – również z trwałością instalacji i jej awaryjnością. Z kolei właściciele domów jednorodzinnych oraz użytkownicy obiektów przemysłowych najczęściej wskazują na problem z temperaturą, szczególnie wody ciepłej (oczekiwanie na ciepłą wodę po otwarciu zaworu czerpalnego), oraz z trwałością instalacji.

Nasuwa się pytanie, dlaczego różni użytkownicy zgłaszają inne problemy z instalacjami wody użytkowej. Odpowiedź jest być może nieco zaskakująca. Dostrzegane problemy wynikają nie tylko z różnego standardu i jakości wykonania instalacji, ale także z innych oczekiwań, innego sposobu użytkowania oraz innych wymagań, jakie stawia się tym instalacjom w zależności od rodzaju budynku.

Budynki mieszkalne wielorodzinne

W budynkach mieszkalnych wielorodzinnych instalacje projektuje się i wykonuje tak, aby spełniały wymagania rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (dalej: WT). Zgodnie z § 120 ust. 1 WT w budynkach innych niż jednorodzinne, zagrodowe i rekreacji indywidualnej w instalacji ciepłej wody powinien być zapewniony stały obieg wody (cyrkulacja), także na odcinkach przewodów prowadzących do punktów czerpalnych, których objętość wewnętrzna przekracza 3 dm^3. Oznacza to, że główne przewody rozprowadzające i piony praktycznie zawsze są objęte cyrkulacją.

Problem pojawia się jednak w podejściach do lokali mieszkalnych. W celu uniknięcia doprowadzania cyrkulacji do każdego mieszkania, instalację w lokalu projektuje się zwykle tak, aby objętość przewodów nie przekraczała 3 dm^3, przede wszystkim przez dobór możliwie małych średnic. Przy rozległym rozprowadzeniu ciepła woda pojawia się w punkcie czerpalnym dopiero po pewnym czasie od otwarcia zaworu, a zbyt małe średnice powodują duże straty ciśnienia i jego niedostateczną wartość przy jednoczesnym poborze wody w kilku punktach. Dodatkowo woda zimna nie jest do końca zimna, ponieważ ogrzewa się od przebiegającego obok przewodu ciepłej wody, zwłaszcza gdy oba przewody prowadzone są wspólnie w bruździe lub w warstwie posadzki bez odpowiedniej izolacji.

Budynki jednorodzinne

Instalacje w budynkach jednorodzinnych są często wykonywane w wariancie budżetowym, bez przewodów cyrkulacyjnych (WT nie wymagają ich w tej kategorii budynków) i bez szczegółowego projektu – według doświadczenia wykonawcy. Błędy mogą powstać na każdym etapie – od koncepcji, przez dobór średnic i materiałów, po montaż – i kumulować się, przez co ich późniejsze usunięcie jest bardzo trudne.

Szpitale i hotele

Instalacje w szpitalach i hotelach są zwykle projektowane bardzo starannie, ze świadomością, że jakość wody musi być regularnie kontrolowana pod kątem obecności bakterii z rodzaju *Legionella*, a także innych mikroorganizmów, np. Pseudomonas aeruginosa czy Escherichia coli. Dlaczego więc mimo tak dużej staranności problemy i tak się pojawiają? Ilustruje to przykład opisany w kolejnych rozdziałach.

Obiekty przemysłowe

Dlaczego w budynkach przemysłowych tak często pojawiają się zgłoszenia dotyczące trwałości instalacji oraz dostępności wody o odpowiedniej temperaturze? Problem komfortu użytkowania w przemyśle wynika często z przewymiarowania instalacji, będącego konsekwencją nierównomiernego, cyklicznego rozbioru wody (np. jednoczesnego korzystania z natrysków przy zmianie pracowników). Duże średnice przewodów i długie okresy stagnacji wody powodują, że znacznie trudniej utrzymać zalecaną temperaturę wody zimnej – nie wyższą niż 25°C (DIN, 2012; VDI/DVGW, 2013) – oraz wymaganą temperaturę wody ciepłej, tj. co najmniej 55°C w punktach czerpalnych (PKN, 2005). Skutkiem jest oczekiwanie na wodę o odpowiedniej temperaturze, a stagnacja wody zimnej ogrzanej powyżej 25°C lub niedogrzanej wody ciepłej sprzyja namnażaniu się bakterii *Legionella*. Omówione problemy nie wyczerpują tematu, są jednak najczęściej spotykane w praktyce.

Studium przypadku – korozja galwaniczna w instalacji z tworzyw sztucznych

Jako przykład może posłużyć rozdzielacz wody w jednym z obiektów, w którym instalację wykonano praktycznie w całości z tworzyw sztucznych, czyli z materiału, który „nie koroduje". Główne przewody rozprowadzające wykonano z polipropylenu (PP), a odgałęzienia z polietylenu sieciowanego (PEX). Dlaczego po zaledwie 5 latach od oddania budynku do użytkowania pojawiły się poważne problemy z ciśnieniem i z higieną wody? Ich źródłem okazały się rozdzielacze ze stali ocynkowanej z zaworami i kształtkami z mosiądzu (Rysunek 1).

Połączenie w jednym węźle metali o różnym potencjale elektrochemicznym, w kontakcie z wodą pełniącą rolę elektrolitu, utworzyło ogniwo galwaniczne. Elementem ulegającym przyspieszonej korozji (anodą) była powłoka cynkowa i stal, a produkty korozji odkładały się wewnątrz elementów rozdzielacza, zawężając przekrój przepływu (Rysunek 2 i 3). Tłumaczy to spadek ciśnienia odnotowany przez użytkowników.

Korozja galwaniczna (elektrochemiczna) jest istotnym problemem w wielu instalacjach. Narosty produktów korozji tworzą chropowatą, porowatą powierzchnię sprzyjającą rozwojowi biofilmu, a jednocześnie osłaniają zasiedlające ją mikroorganizmy przed działaniem środków dezynfekcyjnych i podwyższonej temperatury. Osady przenoszone z elementów stalowych gromadzą się także w armaturze – na Rysunku 4 pokazano wnętrze mosiężnego zaworu kulowego pokryte produktami korozji. W efekcie nawet niewielkie ognisko korozji może uniemożliwić skuteczną dezynfekcję instalacji, a tym samym stanowić zagrożenie dla wszystkich użytkowników budynku.



Rysunek 1. Rozdzielacz ze stali ocynkowanej z zaworami mosiężnymi, zdemontowany z instalacji PP/PEX po ok. 5 latach eksploatacji – widoczne produkty korozji na powierzchni kształtek. Źródło: archiwum własne autora



Rysunek 2. Przekroje mosiężnej kształtki przyłączeniowej (z lewej) i stalowego odcinka rury (z prawej) z rozdzielacza pokazanego na Rysunku 1 – narosty produktów korozji ograniczające przekrój przepływu. Źródło: archiwum własne autora



Rysunek 3. Wnętrze mosiężnego króćca rozdzielacza (zbliżenie) – porowate narosty produktów korozji. Źródło: archiwum własne autora



Rysunek 4. Wnętrze mosiężnego zaworu kulowego – osady produktów korozji na powierzchni korpusu i wokół kuli. Źródło: archiwum własne autora

Na problem ten zwracają uwagę przepisy. Zgodnie z § 113 ust. 6 WT wyroby zastosowane w instalacji wodociągowej powinny być dobrane z uwzględnieniem korozyjności wody tak, aby nie następowało pogarszanie jej jakości ani trwałości instalacji, a także aby takich skutków nie wywoływało wzajemne oddziaływanie materiałów, z których wykonano te wyroby. W praktyce oznacza to m.in. unikanie bezpośrednich połączeń stali ocynkowanej z miedzią i jej stopami oraz przestrzeganie tzw. reguły kierunku przepływu, zgodnie z którą elementów miedzianych nie należy montować przed elementami ze stali ocynkowanej.

Wymagania prawne dotyczące higieny ciepłej wody

Najważniejszym kryterium, jakim należy się kierować, jest spełnienie wymagań przepisów techniczno-budowlanych, przede wszystkim rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (t.j. Dz.U. z 2022 r. poz. 1225 ze zm.). Trwają prace nad nowym rozporządzeniem w sprawie warunków technicznych; do października 2026 r. nie zostało ono ogłoszone, a znowelizowane Prawo budowlane pozwala stosować dotychczasowe WT przez 18 miesięcy od 20 września 2026 r.

Warto zwrócić uwagę na zmiany wymagań dotyczących temperatury wody ciepłej. Dlaczego dawniej dopuszczano niższą temperaturę ciepłej wody (rzędu 45°C), a obecnie § 120 ust. 2 WT wymaga, aby instalacja umożliwiała uzyskanie w punktach czerpalnych temperatury nie niższej niż 55°C i nie wyższej niż 60°C? Ponadto zgodnie z § 120 ust. 2a WT instalacja ciepłej wody powinna umożliwiać przeprowadzanie ciągłej lub okresowej dezynfekcji metodą chemiczną lub fizyczną, bez obniżania trwałości instalacji i zastosowanych w niej wyrobów, a do przeprowadzenia dezynfekcji termicznej niezbędne jest uzyskanie w punktach czerpalnych temperatury nie niższej niż 70°C i nie wyższej niż 80°C.

Odpowiedź wiąże się z biologią bakterii *Legionella*, które namnażają się w zakresie temperatury ok. 25–45°C; w badaniach modelowych przy 40°C stanowiły one znaczną część flory biofilmu, natomiast przy 60°C nie były wykrywane (Rogers i in., 1994a). Odpowiedź na to pytanie pomaga także zrozumieć, dlaczego w budynkach szpitalnych higiena wody jest tak dużym problemem, a w innych typach budynków wydaje się mniejszym. Dotychczas obowiązek badania ciepłej wody w kierunku bakterii *Legionella* dotyczył podmiotów udzielających stacjonarnych i całodobowych świadczeń zdrowotnych oraz budynków zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej, w których wytwarzany jest aerozol wodno-powietrzny (np. hoteli i basenów), więc problem ten jest w tych obiektach dobrze rozpoznany. Od 21 maja 2026 r., w wyniku wdrożenia dyrektywy (UE) 2020/2184, właściciele i zarządcy tzw. obiektów priorytetowych – niemieszkalnych obiektów, w których ponad 50 osób dziennie jest narażonych na ryzyko związane z wodą – są zobowiązani do przeprowadzenia oceny ryzyka w wewnętrznym systemie wodociągowym, obejmującej m.in. badania ciepłej wody w kierunku *Legionella* sp., i przekazania jej państwowemu powiatowemu inspektorowi sanitarnemu do 30 czerwca 2028 r. (Ustawa, 2026; Rozporządzenie Ministra Zdrowia, 2026). W pozostałych budynkach badania takie nie są obowiązkowe, więc problemu często nie widać – co nie oznacza, że nie występuje.

Bakterie z rodzaju *Legionella* można usunąć z instalacji przez dezynfekcję termiczną lub chemiczną. Aby była ona skuteczna, szczególnie w instalacjach z rozwiniętym biofilmem lub ogniskami korozji, konieczne jest uzyskanie odpowiednio wysokiej temperatury lub stężenia środka dezynfekcyjnego w całej instalacji – również w obrębie narostów korozyjnych i biofilmu, w których bakterie są najlepiej chronione. Przykład takich narostów w rurach ze stali ocynkowanej pokazano na Rysunku 5.



Rysunek 5. Przekroje rur ze stali ocynkowanej z instalacji wody użytkowej – narosty korozyjne i osady utrudniające skuteczną dezynfekcję. Źródło: archiwum własne autora

Materiał przewodów a rozwój biofilmu

Czy rozwiązaniem jest stosowanie instalacji z tworzyw sztucznych, czy raczej ze stali odpornych na korozję, czyli ze stali nierdzewnych?

Istnieją zastosowania, w których rury z tworzyw sztucznych sprawdzają się dobrze. W instalacjach ciepłej wody użytkowej ich trwałość zależy jednak w dużym stopniu od warunków pracy. Systemy z PP i PEX projektuje się zwykle na 50 lat pracy w klasie zastosowania 2 (temperatura robocza 70°C) według ISO 10508, przy czym częsta dezynfekcja termiczna lub chemiczna (np. ditlenkiem chloru) może tę trwałość istotnie skracać.

Wyniki badań wskazują ponadto, że na powierzchni tworzyw sztucznych biofilm, w tym z udziałem *Legionella pneumophila*, rozwija się zwykle intensywniej niż na powierzchni miedzi. W badaniach Rogersa i in. (1994b) miedź

ograniczała rozwój biofilmu i L. pneumophila, stal i tworzywa sztuczne zajmowały pozycję pośrednią, a najintensywniejszy rozwój obserwowano na elastomerach stosowanych w uszczelnieniach. W modelowej instalacji van der Kooija i in. (2005) stężenie *Legionella* w biofilmie na rurach z PEX było wyższe niż na rurach ze stali nierdzewnej i miedzi. Ilustracją mogą być także wyniki badań wody w jednym ze szpitali, zestawione w Tabeli 1.

Tabela 1. Występowanie bakterii *Legionella* w próbkach wody w zależności od materiału rur i temperatury wody. Źródło: opracowanie na podstawie (Partyka, 2002)

Materiał rur	Temperatura wody [°C]	Liczba próbek wody		Liczba kolonii *Legionella* [jtk/1 ml]
		Legionella +	*Legionella* –	
Miedź	15–25 (21,1)	0	26	0
Miedź	47–57 (55,2)	1	25	0,2
Stal ocynkowana	19–27 (23,2)	25	1	3,3
Stal ocynkowana	43–52 (46,2)	22	4	9,2
Polietylen	17–26 (22,0)	8	18	0,1
Polietylen	43–49 (45,5)	26	0	11,2
Uwaga: w nawiasie podano średnią temperaturę wody.				

Dane z Tabeli 1 należy interpretować ostrożnie, ponieważ pochodzą z jednego obiektu i nie uwzględniają innych czynników, takich jak wiek instalacji, stagnacja wody czy jej skład. Wskazują one jednak, że w rurach miedzianych bakterie *Legionella* wykrywano sporadycznie, w rurach ze stali ocynkowanej – w przeważającej części próbek niezależnie od temperatury, a w rurach polietylenowych – w części próbek wody zimnej i we wszystkich próbkach wody ciepłej. Zwraca uwagę, że w instalacjach ze stali ocynkowanej i polietylenu średnia temperatura wody ciepłej (ok. 45–46°C) była wyraźnie niższa od wymaganych obecnie 55°C, co sprzyjało namnażaniu się bakterii.

Czy w takim razie stal nierdzewna jest rozwiązaniem, które w instalacjach wody użytkowej zagwarantuje bezpieczeństwo i komfort? Zagadnienie to zostanie omówione w kolejnym artykule.

Podsumowanie

1. Rodzaj problemów zgłaszanych w instalacjach wody użytkowej zależy od typu budynku, sposobu użytkowania instalacji i oczekiwań użytkowników, a nie wyłącznie od jakości jej wykonania.
2. Projektowanie podejść do lokali z możliwie małymi średnicami, tak aby nie przekroczyć objętości 3 dm^3 wymagającej cyrkulacji (§ 120 ust. 1 WT), może prowadzić do niedostatecznego ciśnienia i obniżenia komfortu użytkowania.
3. Nawet w instalacji wykonanej w przeważającej części z tworzyw sztucznych pojedyncze elementy z różnych metali mogą ulegać korozji galwanicznej, ograniczając przepływ i skuteczność dezynfekcji; dobór materiałów powinien uwzględniać ich wzajemne oddziaływanie (§ 113 ust. 6 WT).
4. Narosty korozyjne i biofilm chronią bakterie *Legionella* przed dezynfekcją, dlatego istotne jest utrzymanie wymaganej temperatury ciepłej wody (55–60°C), możliwość prowadzenia dezynfekcji termicznej (70–80°C) oraz ograniczanie stagnacji wody.
5. Obowiązek oceny ryzyka w wewnętrznych systemach wodociągowych obiektów priorytetowych, wprowadzony w 2026 r., zwiększa znaczenie świadomego doboru rozwiązań projektowych i materiałowych.

Literatura

DIN (2012). DIN 1988-200:2012-05. *Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 200: Installation Typ A (geschlossenes System) – Planung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe; Technische Regel des DVGW.* Berlin: Beuth Verlag.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/2184 z dnia 16 grudnia 2020 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (wersja przekształcona) (Dz.Urz. UE L 435 z 23.12.2020, s. 1).

ISO (2006). ISO 10508:2006. *Plastics piping and ducting systems – Thermoplastics piping systems for hot and cold water installations – Guidance for classification and design*. Genewa: International Organization for Standardization.

Partyka, J. (2002). Przeciw legionom. *Magazyn Instalator*a, nr 4(44), 78–79.

Polski Komitet Normalizacyjny. (2005). *Wymagania dotyczące wewnętrznych instalacji wodociągowych do przesyłu wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi – Część 2: Projektowanie* (PN-EN 806-2:2005)

Rogers J., Dowsett A.B., Dennis P.J., Lee J.V., Keevil C.W. (1994a). Influence of temperature and plumbing material selection on biofilm formation and growth of *Legionella pneumophila* in a model potable water system containing complex microbial flora. *Applied and Environmental Microbiology*, 60(5), 1585–1592. https://doi.org/10.1128/aem.60.5.1585-1592.1994

Rogers J., Dowsett A.B., Dennis P.J., Lee J.V., Keevil C.W. (1994b). Influence of plumbing materials on biofilm formation and growth of *Legionella* pneumophila in potable water systems. *Applied and Environmental Microbiology*, 60(6), 1842–1851. https://doi.org/10.1128/aem.60.6.1842-1851.1994

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (t.j. Dz.U. z 2022 r. poz. 1225 ze zm.).

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 maja 2026 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. z 2026 r. poz. 748).

Ustawa z dnia 13 marca 2026 r. o zmianie ustawy o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. z 2026 r. poz. 605).

Van Der Kooij D., Veenendaal H.R., Scheffer W.J.H. (2005). Biofilm formation and multiplication of Legionella in a model warm water system with pipes of copper, stainless steel and cross-linked polyethylene. *Water Research*, 39(13), 2789–2798. https://doi.org/10.1016/j.watres.2005.04.075

VDI/DVGW (2013). VDI/DVGW 6023:2013-04. *Hygiene in Trinkwasser-Installationen – Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung.* Berlin: Beuth Verlag.

Przyszłość naszych dzieci zależy od nas

Our children's future depends on us



Andrzej Jurkiewicz

ORCID ID: 0009-0002-0602-2449
eGIE Sp. z o.o.
(eGmina, Infrastruktura, Energetyka)
aj@egie.pl

Słowa kluczowe: zmiana klimatu; perspektywa międzypokoleniowa; opłata emisyjna; handel uprawnieniami do emisji; biogaz; efektywność energetyczna

Streszczenie

Celem artykułu jest przedstawienie koncepcji zmiany sposobu podejmowania naszych decyzji z krótkoterminowych na długoterminowe. Autor proponuje, aby szczerze odpowiedzieć sobie na pytanie: „Co z tego, co dziś zrobię lub czego nie zrobię, będą miały nasze dzieci?", i pokazuje praktyczne konsekwencje zmiany tej perspektywy dla polityki klimatycznej i energetyki. Zaproponowano zastąpienie w UE systemu EU ETS opłatą emisyjną pobieraną od paliw kopalnych u źródła, z której wpływy trafiałyby w całości do międzynarodowego Funduszu dla Naszych Dzieci, oraz przedstawiono przykłady rozwiązań technicznych ograniczających emisję gazów cieplarnianych, w tym biogazownie wykorzystujące gnojowicę i odpady organiczne. Artykuł ma charakter koncepcyjny.

Keywords: climate change; intergenerational perspective; carbon fee; emissions trading; biogas; energy efficiency

Abstract

The aim of this article is to present the concept of shifting our decision-making from a short-term to a long-term perspective. The author proposes that we sincerely ask ourselves: "What will our children gain from what I do – or fail to do – today?", and shows the practical consequences of this change of perspective for climate policy and the energy sector. It is proposed that, in the EU, the EU ETS be replaced by an emission fee levied on fossil fuels at source, with all revenues allocated to an international Fund for Our Children, and examples of technical solutions reducing greenhouse gas emissions are presented, including biogas plants using manure and organic waste. The article is conceptual in nature.

Motto: *Wszystko, co masz, jest Darem. Podziel się nim. Po okresie irracjonalnej wiary w postęp i ludzkie możliwości, część społeczeństwa wkracza w etap głębszej świadomości. Dostrzegamy rosnącą wrażliwość na środowisko i troskę o przyrodę oraz szczere i pełne bólu obawy o to, co się dzieje z naszą planetą. – Franciszek, encyklika Laudato si', nr 19*

Wprowadzenie

Nasz świat to jeden wielki żywy organizm. Tworzył się przez miliardy lat. Jest niesamowity i przepiękny. Człowiek stał się uwieńczeniem dzieła stworzenia tego świata, choć na tym świecie pojawił się stosunkowo niedawno. Nasze działania jako ludzi w tym wielkim organizmie mają ogromny wpływ na życie całej planety. Niestety, w ostatnich kilkudziesięciu latach popełniliśmy dużo błędów, które spowodowały, że niszczymy życie na tej Ziemi, z katastrofalnymi skutkami także dla nas samych i przyszłych pokoleń. Gdyby ktoś mnie zapytał: co jest główną przyczyną takiego stanu Ziemi, to odpowiedziałbym, że jest to niepohamowana pazerność części korporacji i państw.

Idea funkcjonowania dzisiejszego świata, a na pewno większości firm, korporacji czy państw, opiera się na zasadzie wzrostu i chęci zysku: chcemy mieć jak najwięcej, produkować jak najwięcej i zarabiać jak najwięcej. Często nie patrzymy na szkody, jakie taka filozofia zachłanności powoduje w dzisiejszym świecie. Świat jest w stanie nas wszystkich zaspokoić w zakresie naszych niezbędnych potrzeb, ale nie wytrzyma naszej pazerności i braku poszanowania dla natury i życia. Obecne zmiany klimatyczne to właśnie wynik pazerności części firm, korporacji oraz niektórych państw. Chcąc powstrzymać obecny kryzys klimatyczny i degradację środowiska naturalnego, musimy przede wszystkim zmienić swoje zasady etyczne i normy moralne, którymi się w swoim życiu kierujemy. Powinniśmy także zmienić metody ocen stosowane obecnie do analiz opłacalności inwestycji czy działalności firm, w których zysk stanie się wskaźnikiem drugoplanowym, a na pierwszy plan wysunie się wskaźnik prospołeczny i związany z ochroną środowiska. Świat polityki, biznesu i finansjery musi przyjąć do wiadomości, że na dłuższą metę nie można robić interesów z chorym i sfrustrowanym społeczeństwem i na zdewastowanej Planecie.

Filozofia zachłanności zawsze prowadzi do rywalizacji i konfliktów, a obecnie nie stać nas na marnowanie czasu i energii na konflikty. Celem nadrzędnym każdego z nas powinno być współdziałanie i dzielenie się talentami, którymi nas Bóg obdarzył, po to, by uratować ten świat przed katastrofą ekologiczną.

Ktoś powie, że straszymy, że Ziemia i natura sobie poradzą. Otóż bez radykalnych zmian w naszym życiu, w tym także w sferze etycznej i moralnej i bez pomocy Boga nie uratujemy tego świata.

Krótkoterminowa perspektywa biznesu i polityki

W dzisiejszym świecie biznesu, gdy chcę z kimś zrobić interes, pytają mnie: **Co ja z tego będę miał? Ile na tym zarobi moja firma?**

To standardowe pytania, gdyż biznes patrzy na świat z własnej i to bardzo krótkiej perspektywy. Najczęściej rok lub dwa. Niektórzy odważni próbują patrzeć w perspektywie kilku lat. Na dłużej nie mogą, bo nie są w stanie przewidzieć, co będzie za tych kilka lat. Politycy i rządy myślą w perspektywie najczęściej kilkuletniej: „od wyborów do wyborów".

Słyszę też często: w biznesie nie ma sentymentów i miłości, liczy się tylko zysk.

Rozejrzyjmy się dokoła i popatrzmy, do czego doprowadziła nas taka nieludzka zasada i jej krótkowzroczność: pogłębiające się nierówności społeczne, kryzys klimatyczny, degradacja środowiska naszej Ziemi, korupcja polityczna, a także wyzysk i wojny. To efekt polityki zachłanności i brak szacunku dla naszej Ziemi i życia na niej.

Czy można to zmienić? Próbujemy to zrobić na kolejnych szczytach klimatycznych, których od 1995 r. odbyło się już 30 (COP1–COP30). Jak popatrzymy na twarde dane, to niestety efekt jest tragiczny. W roku 1992, gdy w Rio de Janeiro odbył się Szczyt Ziemi, emisja CO_2 ze spalania paliw kopalnych i procesów przemysłowych wynosiła ok. 22–23 mld t rocznie, a w 2024 r. osiągnęła 37,8 mld t. Według wstępnych szacunków w 2025 r. wzrosła do rekordowych ok. 38,1 mld t (Friedlingstein i in., 2026). Wzrost ten nie był ciągły – emisja spadła m.in. w 2009 r. (światowy kryzys finansowy) i w 2020 r. (pandemia COVID-19), a w latach 2015–2016 się ustabilizowała. W ostatniej dekadzie tempo przyrostu wyraźnie zwolniło – do ok. 0,8% rocznie wobec ok. 2,1% w dekadzie poprzedniej (Carbon Brief, 2025) – jednak emisja wciąż rośnie i osiąga rekordowe poziomy. Jak widać, argumenty słowne i podejmowane zobowiązania niewiele znaczą. Świat biznesu i dużych korporacji oraz polityka większości państw niewiele sobie robi z tych apeli i dalej prowadzi swój biznes kosztem nas i naszego środowiska. Skutki już naocznie obserwujemy: powodzie, susze, pożary, brak wody, utrata bioróżnorodności, wymieranie całych gatunków zwierząt i roślin. Zjawiska te nasilają się z roku na rok i niektórych już nie zatrzymamy; musimy się nauczyć z nimi żyć.

Pojawiło się wiele publikacji i konferencji, które poświęcone są problemom degradacji naszego środowiska, ale efektów wprowadzenia konkretnych rozwiązań nie widać lub są bardzo mizerne. Chcąc naprawdę uratować naszą planetę przed ekologiczną katastrofą, powinniśmy już dziś podjąć szereg działań na różnych poziomach społecznych i w różnych obszarach, zaczynając od właściwej edukacji, inicjatyw lokalnych, poprzez programy poszczególnych krajów i międzynarodowych organizacji w zakresie globalnych rozwiązań.

Zmiana perspektywy: co będą z tego miały nasze dzieci?

Zacznijmy jednak te zmiany od prostego pytania do biznesu, polityków i każdego z nas:

Nie pytaj, co ja będę z tego miał, ale zapytaj:
CO BĘDĄ Z TEGO MIAŁY MOJE DZIECI?

Co zmieni tak zadane pytanie w biznesie czy polityce i naszym życiu? Otóż zmieni wszystko. Zmieni się przede wszystkim cel: nie JA, lecz MOJE DZIECI staną się celem. Zmieni się perspektywa planowania naszych działań na co najmniej 20 lat, a dla tych, którzy pomyślą też o swoich wnukach, nawet na 50 lat. Zmienią nam się także priorytety moralne i etyczne: nie JA będę na pierwszym miejscu, lecz MOJE DZIECI i następne pokolenia.

Dzieci to nasz skarb, nasza przyszłość i nasza nadzieja. Każdy z nas chce dla swoich dzieci jak najlepiej. Gotowi jesteśmy nawet na ogromne wyrzeczenia, jeśli tylko na tym zyskają nasze dzieci czy wnuki. Załóżmy więc, że większość z nas na pierwszym miejscu postawi dobro naszych dzieci i że od jutra w biznesie, firmach i w polityce zadamy sobie pytanie:

CO BĘDĄ MIAŁY NASZE DZIECI Z TEGO, CO DZIŚ ROBIĘ LUB… NIE ROBIĘ?

Miarą dzisiejszego sukcesu jest pieniądz. Im więcej zarobię, tym lepiej dla firmy i dla mnie. Nie zmienimy tej zasady, że pieniądze są ważne, ale zmieńmy sposób ich dzielenia oraz metody wyceny najważniejszych wartości. To zresztą wymusi na nas nasz cel nadrzędny, bo od dziś pracujemy dla przyszłości naszych dzieci.

Określmy teraz problemy, które będziemy rozwiązywać, myśląc o przyszłości życia naszych dzieci i wnuków. Z czym boryka się dzisiejszy świat i co dotknie zwłaszcza nasze dzieci? Problemów jest mnóstwo. Nie chcemy udowadniać, że dany problem występuje, bo inni już się tym zajęli i to znacznie wnikliwiej, niż nasza wiedza na to pozwala. Po to zresztą było tych 30 konferencji klimatycznych. Naszym zadaniem będzie jednak znajdowanie rozwiązań tych problemów i propozycja ich praktycznego zastosowania. Łatwo nie będzie, ale czego się nie robi dla własnych dzieci!

Emisja gazów cieplarnianych i obecne mechanizmy jej ograniczania

Dla przykładu zajmijmy się chyba najważniejszym problemem: ociepleniem klimatu spowodowanym przez emisję gazów cieplarnianych.

Nadmierna emisja gazów cieplarnianych związana z działalnością człowieka spowodowana jest głównie przez spalanie paliw kopalnych (węgiel, ropa, gaz) i związaną z tym emisję CO_2, a także przez emisję metanu (CH_4) pochodzącego m.in. z hodowli zwierząt i upraw rolnych oraz podtlenku azotu (N_2O) z nawożenia.

Obecne systemy wspierające ograniczenie tej emisji są bardzo rozproszone i mało skuteczne. W niektórych krajach nawet ich nie ma. Ograniczamy się głównie do walki z emisją CO_2. W Unii Europejskiej wprowadzono np. system handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS) (Dyrektywa 2003/87/WE), w ramach którego państwa członkowskie sprzedają uprawnienia na aukcjach, a przedsiębiorstwa objęte systemem je kupują i nimi handlują. Cena za tonę CO_2 jest ustalana na zasadach rynkowych (spekulacyjnych) i mocno się waha. W ostatnich czterech latach cena ta bardzo wzrosła i obecnie wynosi średnio 80 euro za tonę CO_2 (w latach 2012–2020 średnia cena wynosiła ok. 12 euro). Na przykład Polska w latach 2013–2023 (do 30 maja) uzyskała ze sprzedaży uprawnień niemal 94 mld zł, z czego ponad 84 mld zł przypadło na lata 2019–2023 – w samym 2023 r. było to 24,4 mld zł (NIK, 2025; Skłodowska, 2024). Ponad 63% tych środków trafiło do budżetu państwa bez

określonego przeznaczenia, a blisko 25% do funduszy pozabudżetowych; bezpośrednio na cele związane z ograniczaniem emisji (za pośrednictwem NFOŚiGW) skierowano jedynie ok. 1,3%. Najwyższa Izba Kontroli nie była w stanie ustalić faktycznego wykorzystania niemal 90% tych przychodów (NIK, 2025). Jak wiemy, koszty emisji doliczane są do energii elektrycznej i ciepła sieciowego i płacimy za to jako odbiorcy końcowi. Poza UE systemy opłat za emisję (systemy handlu uprawnieniami lub podatki węglowe) funkcjonują m.in. w Chinach, Wielkiej Brytanii, Kanadzie i Korei Płd.; w 2025 r. na świecie działało 80 takich instrumentów, obejmujących jednak tylko ok. 28% globalnej emisji (World Bank, 2025).

Dla naszych dzieci liczy się jednak przede wszystkim rzeczywisty efekt. Choć emisja w sektorach objętych EU ETS jest dziś o ok. 50% niższa niż w 2005 r. (European Commission, 2025a), system obejmuje tylko część gospodarki jednego regionu świata, a przychody z niego nie zawsze są przeznaczane na ograniczanie emisji – w skali globalnej emisja gazów cieplarnianych wciąż rośnie.

Propozycja: opłata emisyjna od paliw kopalnych i Fundusz dla Naszych Dzieci

Jak więc zmusić kraje i firmy do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych?

Po prostu musimy obciążyć kosztami emisji to, co powoduje ich emisję, czyli paliwa kopalne. Zacznijmy po prostu walczyć z przyczynami danego problemu, a nie z jego skutkami[1]. Niech ta zasada obowiązuje także przy rozwiązywaniu innych wyzwań i problemów.

Doskonale wiemy, jaka jest emisja CO_2 z jednostki spalanego paliwa; np. spalenie jednej tony węgla powoduje emisję ok. 2 ton CO_2. Wiemy też, jaka jest jednostkowa emisja przy spalaniu gazu, oleju napędowego czy opałowego. Doliczajmy więc te koszty za emisję do wydobywanych paliw, a nie do produktów końcowych, takich jak np. energia. W ten sposób opłatę będą wnosić producenci i importerzy paliw (podobnie jak w koncepcji opłaty węglowej pobieranej u źródła – tzw. upstream carbon fee), choć jej koszt zostanie przeniesiony w cenach na odbiorców końcowych. Oczywiście wszystko, co zużywa paliwa, nam zdrożeje o ten dodany koszt, ale wszystkim, i to najbardziej tym, którzy obecnie zużywają tych paliw najwięcej, czyli krajom najbogatszym, gdyż to one powodują największą emisję gazów cieplarnianych. Opłata od paliw nie obejmie emisji niezwiązanych z ich spalaniem – metanu z rolnictwa czy emisji procesowych – dla nich potrzebne są mechanizmy uzupełniające, np. wynagradzanie za uniknięcie emisji metanu w biogazowniach.

Jest jednak ważny warunek sukcesu takiego rozwiązania: pieniądze uzyskane z opłat za emisję CO_2 muszą trafić na specjalny fundusz międzynarodowy (np. przy ONZ), którego zadaniem będzie przeznaczenie tych środków na rzeczywistą walkę z emisją i jej skutkami. Nazwijmy go Funduszem dla Naszych Dzieci (FdND). Kwota będzie ogromna, gdyż zakładając, że uzyskamy nawet tylko 50% wpłat, to przy założonej cenie początkowej 20 euro za tonę CO_2 uzyskamy kwotę w pierwszym roku ok. 400 mld euro.

A co z tymi, którzy nie zechcą płacić za emisję CO_2 z wydobywanego paliwa? Obciążymy te paliwa cłem, gdy będą próbowali je eksportować. Także produkty z tych krajów będą obciążane odpowiednio wysokim cłem rekompensującym brak opłat za emisję – na zasadzie zbliżonej do wprowadzanego w UE mechanizmu dostosowywania cen na granicach z uwzględnieniem emisji CO_2, CBAM (Rozporządzenie (UE) 2023/956). Oczywiście wpływy z tego pobieranego cła trafią na konto FdND. Kwota za emisję powinna być stała w danym roku i na początku można np. przyjąć te 20 euro za tonę CO_2, przy założeniu jednak, że w kolejnych latach cena będzie rosła o z góry znaną wielkość, tak aby w perspektywie 10 lat osiągnąć poziom np. 100 euro za tonę. Unikniemy w ten sposób spekulacji finansowych i pozwolimy na przygotowanie się do wyższych cen za emisję w kolejnych latach.

W UE opłata ta zastąpi system EU ETS. Przy stawce początkowej 20 euro za tonę i emisji CO_2 z paliw kopalnych w UE wynoszącej ok. 2,4 mld t rocznie (European Commission, Joint Research Centre, 2025) wpływy wyniosą ok. 49 mld euro rocznie, czyli więcej niż obecne wpływy z EU ETS (ok. 39 mld euro w 2024 r.; European Commission, 2025b). Opłata obejmie bowiem wszystkie paliwa kopalne, a nie tylko sektory objęte systemem ETS. Jednocześnie stawka niższa od obecnej ceny uprawnień obniży w pierwszych latach koszty energii elektrycznej i ciepła wytwarzanych z węgla i gazu, a znany z góry wzrost stawki – do poziomu dzisiejszej ceny uprawnień po ok. 7–8 latach – da odbiorcom i firmom czas na przygotowanie. Warunkiem jest, aby całość wpływów trafiała do FdND i była przeznaczana wyłącznie na ograniczanie emisji i jej skutków, w tym na zadania finansowane dziś z dochodów z ETS.

Oczywiście wszystko z czasem nam zdrożeje, ale zmusi nas to do szukania oszczędności i zmniejszania zużycia energii, paliw, materiałów. Priorytetem stanie się oszczędzanie, a nie zwiększanie produkcji i konsumpcji, co jest obecnie głównym celem firm, korporacji i nawet państw.

Przewaga takiego systemu nad obecnymi systemami opłat za emisję jest zdecydowana i pozwoli na osiągnięcie szybkiego rzeczywistego efektu, pod warunkiem, że mądrze wydamy zgromadzone pieniądze.

Co to znaczy mądrze?

Podamy dwie fundamentalne zasady, które powinny obowiązywać przy rozdziale zgromadzonych środków. Po pierwsze: fundusz przeznaczony zostanie na wyrównanie poziomu technologicznego, socjalnego i edukacyjnego dla krajów ubogich oraz wprowadzi rekompensaty za zaniechanie dewastacji środowiska naturalnego w tych krajach, np. za rezygnację z wycinania drzew w Amazonii czy w Afryce. Po drugie: fundusz będzie wynagradzał za uzyskany efekt ograniczenia emisji, a nie za obietnicę efektu, co jest obecnie preferowane w programach dotacyjnych.

Posiadając pieniądze na takim funduszu, możemy także zająć się innymi problemami, które spowodowała nasza dotychczasowa działalność. A mamy ich sporo. Wymienimy niektóre: utracona bioróżnorodność (w tym skutki GMO), zanieczyszczenie mórz i oceanów, braki wody pitnej, śmieci, plastik, pustynie, ginące dzikie zwierzęta, niehumanitarna produkcja zwierząt hodowlanych (zabijamy ich ok. 80 mld rocznie) (FAO, b.d.), nadmierne odłowy ryb, ginące rafy, migracje klimatyczne, niekontrolowana emisja biogazu (metanu)[2] i sporo innych.

[1] Dobrym kolejnym przykładem jest segregacja plastiku ze śmieci. Gdyby ograniczono ilość i produkcję plastiku, nie musielibyśmy go w takich ilościach segregować.

[2] Biogaz może stać się pośrednio metodą na rozwiązanie problemu emisji gazów cieplarnianych z uwagi na efekt, jaki uzyskujemy w wyniku jego spalania. Spalanie naturalnego biogazu powoduje redukcję emisji gazów cieplarnianych. Więcej w wywiadzie na stronie https://biogaz.egie.pl (eGIE, b.d.).

Musimy zająć się tymi problemami, bo to są obecnie problemy dotyczące przyszłości naszych dzieci i przyszłych pokoleń. Rozwiązania niektórych z nich już mamy, ale nie jesteśmy w stanie ich wprowadzić w życie, bo obecny świat biznesu i polityki po prostu ich nie chce, a wręcz je blokuje. Przykładem jest wieloletnia blokada rozwoju lądowej energetyki wiatrowej w Polsce wynikająca z tzw. zasady 10H, wprowadzonej w 2016 r. (Ustawa z dnia 20 maja 2016 r.). Zasadę tę zniesiono dopiero nowelizacją z 2023 r., która ustaliła minimalną odległość turbin od zabudowy mieszkaniowej na 700 m i uzależniła lokalizację turbin od miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego (Ustawa z dnia 9 marca 2023 r.). Uchwalona w 2025 r. nowelizacja zmniejszająca tę odległość do 500 m została w sierpniu 2025 r. zawetowana przez Prezydenta RP (Prawo.pl, 2025). Podpisana w październiku 2026 r. kolejna nowelizacja utrzymała minimalną odległość 700 m, doprecyzowując jedynie możliwość lokalizowania elektrowni wiatrowych na podstawie zintegrowanego planu inwestycyjnego (Ustawa z dnia 4 września 2026 r.; Farmer.pl, 2026; Gramwzielone.pl, 2026).

Dostępne rozwiązania i przykłady ich zastosowania

Dobra wiadomość jest taka, że mamy rozwiązania oraz metody na to, by zmienić ten świat na lepszy, przyjazny dla środowiska i ludzi. Potrzebujemy teraz mocnego propagowania takich rozwiązań.

Obecny poziom techniczny oraz zdobyta wiedza pozwalają nam na wprowadzenie w nasze życie nowoczesnych i przydatnych rozwiązań, które mogą spowodować ograniczenie konsumpcji i zużycia energii bez większej szkody dla naszego życia, a nawet podnosząc jego komfort.

Firma eGIE Opole (http://egie.pl) zajmuje się od wielu lat optymalizacją produkcji i zużycia energii (w każdej postaci), ale „niestety" nasze rozwiązania zawsze powodują „stratę": zużycie mniejszej ilości energii prawie zawsze skutkuje zmniejszeniem jej kosztów, a tego nie za bardzo chcą dzisiejsi producenci energii (zmniejszenie dochodów!), a także państwa (zmniejszenie podatków!).

Czy jednak chodzi zawsze o pieniądze? Degradacja naszego środowiska i postępujące zniszczenia na naszej planecie, wynikające z działania człowieka, muszą zostać przerwane… pytanie tylko, czy zdążymy na tyle zmienić nasze stereotypy myślenia i nasz styl życia, aby odmienić i uratować życie na Ziemi, bo czasu mamy naprawdę niewiele.

Proponujemy różne rozwiązania techniczne i biznesowe, które idą w kierunku ograniczania emisji gazów cieplarnianych i zużycia energii, przykładowo:

- **Biogazownie rolnicze i komunalne:** spalenie biogazu z gnojowicy w jednym silniku o mocy 120 kW, czyli w takim, jakie mają przeważnie nasze samochody osobowe, pozwoli uniknąć emisji ok. 1700 ton równoważnego CO_2 w ciągu jednego roku[3]. Efekt ten wynika z uniknięcia emisji metanu z przechowywanej gnojowicy lub innych odpadów organicznych oraz z zastąpienia energii elektrycznej z sieci i ciepła z węgla. To tak, jakbyśmy nie spalili ok. 850 ton węgla. A „przy okazji" w takim silniku wyprodukujemy energię elektryczną dla całej wsi i ciepło dla ogrzania ok. 50 budynków. Musimy skorzystać z takiej szansy, gdyż przy powszechnym wykorzystaniu takich źródeł bardzo szybko i bardzo tanio zredukujemy emisję gazów cieplarnianych. **„Czas na biogaz"** – jest to paliwo przyszłości, które może uratować nasz świat przed dalszym ociepleniem i szybko zredukować emisję gazów cieplarnianych, pod warunkiem, że będzie wytwarzany z gnojowicy, odpadów organicznych i biomasy z trwałych użytków zielonych, a nie z celowych upraw energetycznych na gruntach ornych (np. kukurydzy na kiszonkę), które konkurują z produkcją żywności.
- **Kontrakty ESCO:** rodzaj umowy między dostawcą a odbiorcą energii, gdzie obie strony zarabiają wtedy, gdy zmniejszą ilość i koszt zakupu energii elektrycznej lub ciepła. Kontrakty takie zawieramy ze spółdzielniami i wspólnotami mieszkaniowymi, szpitalami i zakładami przemysłowymi. Powinny stać się obowiązkowe dla samorządów i instytucji państwowych.
- **SyNiS – System Zarządzania Energią:** wdrożony w ponad 300 obiektach, dzięki któremu ograniczamy zużycie energii elektrycznej i ciepła oraz ich koszty nawet o 30%.
- **Pompy ciepła zasilane z paneli fotowoltaicznych i magazynów energii:** nie potrzebują żadnej innej energii poza słoneczną i zapewniają nawet 50% darmowego ciepła dla podgrzania ciepłej wody w budynku (artykuł w kolejnym numerze COW).
- **Układ kogeneracji gazowej współpracujący z kolektorami słonecznymi:** od 12 lat pracuje w jednym ze szpitali na Opolszczyźnie i pozwala obniżyć koszty energii elektrycznej zużywanej przez szpital o 50% i jednocześnie produkuje całą ciepłą wodę użytkową zużywaną przez szpital, a czas zwrotu inwestycji nie przekroczył trzech lat (i to bez żadnej dotacji).
- **Podniesienie efektywności energetycznej w zakładach przemysłowych:** wdrożone rozwiązania oszczędzające energię w kilkunastu dużych zakładach produkcyjnych pozwoliły na oszczędność ok. 60 GWh energii zużywanej, co spowodowało obniżenie kosztów zużywanych mediów o ok. 20 mln zł na rok, a emisja CO_2 spadła w tych zakładach o ok. 20 000 ton/rok. Co ciekawe, czas zwrotu tych modernizacji i inwestycji także był bardzo krótki i nie przekraczał trzech lat.
- **Samowystarczalne wyspy energetyczne:** w tym roku, w gospodarstwie hodowlanym krów mlecznych i małej mleczarni zbudujemy chyba pierwszą w Polsce wyspę energetyczną, która nie będzie potrzebowała żadnej energii zewnętrznej. Zapewnimy 100% niezależność energetyczną i to całoroczną. Paliwem będzie biogaz wytwarzany z gnojowicy 500 krów, serwatki z mleczarni, odpadów paszowych oraz kiszonki z traw pozyskiwanej z należących do gospodarstwa łąk (trwałych użytków zielonych), a więc bez zajmowania gruntów ornych. Zasilimy w energię elektryczną całe gospodarstwo i zakład mleczarski, a pobliskie osiedle otrzyma tanie ciepło

[3] Założenia obliczeń: biogaz z gnojowicy bydlęcej, czas pracy silnika 8000 h/rok; współczynnik ocieplenia globalnego metanu GWP_{100}= 28 (Myhre i in., 2013); scenariusz odniesienia – przechowywanie gnojowicy w otwartym zbiorniku, w którym do atmosfery uwalnia się 17% potencjału metanowego (MCF = 17%; IPCC, 2006b); ucieczki metanu z instalacji 2% jego produkcji; energia elektryczna zastępuje zakup z sieci (wskaźnik emisyjności dla odbiorców końcowych za 2024 r. – 0,553 t CO_2/MWh; Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, 2025); ciepło zastępuje węgiel kamienny (94,6 kg CO_2/GJ, IPCC, 2006a; sprawność kotła 80%); CO_2 ze spalania biogazu ma pochodzenie biogeniczne i nie jest wliczany do bilansu. Przeliczenie na węgiel – ok. 2 t CO_2 z 1 t węgla.

z tego układu. Roczna produkcja energii elektrycznej zastępującej zakup z sieci wyniesie ok. 1,6 GWh (i podobna ilość ciepła), a emisja gazów cieplarnianych zmniejszy się o ok. 4000 ton rocznie[4]. Spadną koszty dostawy mediów dla odbiorców o ok. 1,5 mln zł na rok.

- **Spółdzielnie Energetyczne:** dużą szansę w ograniczeniu zużycia energii i jej kosztów widzimy w powstających obecnie spółdzielniach energetycznych. Nasze rozwiązania kojarzące istniejących wytwórców energii z OZE (np. z instalacji PV i elektrowni wiatrowych) z odbiorcami energii na terenie sąsiednich gmin miejsko-wiejskich pozwalają bezinwestycyjnie (!) obniżyć koszty energii średnio o ok. 20–30% u odbiorców i zapewnić wyższe ceny dla producentów energii z OZE.
- **Autonomiczne osiedla mieszkaniowe:** projektowane przez nas osiedla mogą zużywać cztery razy mniej energii i zredukować koszty mediów energetycznych o 70% w stosunku do osiedli budowanych w sposób tradycyjny.

Podsumowanie

To tylko niektóre przykłady proponowanych rozwiązań, gdyż mamy ich więcej.

Nie jesteśmy dużą firmą. Zatrudniamy tylko 12 osób, ale nasze rozwiązania naprawdę działają i przynoszą ogromne oszczędności energii. Zapraszamy na stronę http://egie.pl, gdzie pokazujemy wdrożone rozwiązania. Zapewniamy także, że za darmo podzielimy się praktyczną wiedzą, którą posiadamy, z każdym, kto będzie chciał ją wykorzystać dla wspólnego celu, jakim jest uratowanie naszej planety przed ekologiczną degradacją.

W tym miejscu pragniemy podziękować Redakcji COW za propozycję stałej współpracy i mamy nadzieję, że dzięki temu uda nam się pokazać większość naszych rozwiązań praktycznych i podzielić się ich wynikami w cyklu kilkunastu artykułów.

Bibliografia

Carbon Brief. (2025). Analysis: Fossil-fuel CO_2 emissions to set new record in 2025, as land sink 'recovers'. https://www.carbonbrief.org/analysis-fossil-fuel-co2-emissions-to-set-new-record-in-2025-as-land-sink-recovers

Dyrektywa 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 13 października 2003 r. ustanawiająca system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych we Wspólnocie oraz zmieniająca dyrektywę Rady 96/61/WE. (2003). *Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej*, L 275, 32–46.

eGIE Sp. z o.o. (b.d.). Biogaz. Pobrano z https://biogaz.egie.pl

European Commission. (2025a). *EU Emissions Trading System has reduced emissions in the sectors covered by 50% since 2005*. https://climate.ec.europa.eu/news-other-reads/news/eu-emissions-trading-system-has-reduced-emissions-sectors-covered-50-2005-2025-04-04_en

European Commission. (2025b). *EU Climate Action Progress Report 2025. Chapter 2: EU Emissions Trading System* https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/progress-climate-action

European Commission, Joint Research Centre. (2025). *EDGAR – Emissions Database for Global Atmospheric Research: EU27 country profile*. https://edgar.jrc.ec.europa.eu/country_profile/EU27

Farmer.pl. (2026). *Sejm przyjął nowelizację OZE dla wiatraków. Odległość 700 m pozostanie?* https://www.farmer.pl/energia/oze/sejm-przyjal-nowelizacje-oze-dla-wiatrakow-odleglosc-700-m-pozostanie,182946.html

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (b.d.). FAOSTAT: Crops and livestock products [Baza danych]. https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL

Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Bakker, D. C. E., Hauck, J., i in. (2026). Global Carbon Budget 2025. *Earth System Science Data*, 18(5), 3211–3288. https://doi.org/10.5194/essd-18-3211-2026

Gramwzielone.pl. (2026). *Jest podpis prezydenta pod nowymi przepisami. Skorzystają biometanownie i prosumenci*. https://www.gramwzielone.pl/regulacje/20381576/prezydent-podpis-ustawa-o-oze-prawo-energetyczne

IPCC. (2006a). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Vol. 2. Energy (H. S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Red.). IGES. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html

IPCC. (2006b). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Vol. 4. Agriculture, Forestry and Other Land Use* (H. S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Red.). IGES. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami. (2025). *Wskaźniki emisyjności dla energii elektrycznej za rok 2024*. https://www.kobize.pl/pl/file/wskazniki-emisyjnosci/id/225/wskazniki-emisyjnosci-dla-energii-elektrycznej

Myhre, G., Shindell, D., Bréon, F.-M., Collins, W., Fuglestvedt, J., Huang, J., i in. (2013). Anthropogenic and natural radiative forcing. W T. F. Stocker i in. (Red.), *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (s. 659–740). Cambridge University Press.

Najwyższa Izba Kontroli. (2025). *Managing proceeds from the sale of emissions allowances*. https://www.nik.gov.pl/en/news/managing-proceeds-from-the-sale-of-emissions-allowances.html

Prawo.pl. (2025). *Weto prezydenta: wiatraki nie przejdą, ale ceny prądu mają pozostać zamrożone.* https://www.prawo.pl/biznes/prezydent-zawetowal-ustawe-o-wiatrakach-i-cenach-pradu,534532.html

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/956 z dnia 10 maja 2023 r. w sprawie ustanowienia mechanizmu dostosowywania cen na granicach z uwzględnieniem emisji CO_2. (2023). *Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej*, L 130, 52–104.

Skłodowska, M. (2024). *Polska ma rekordowe dochody ze sprzedaży CO_2. Na co je wydaje?* WysokieNapiecie.pl. https://wysokienapiecie.pl/98709-polska-ma-rekordowe-dochody-ze-sprzedazy-co2-na-co-je-wydaje

Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych (Dz.U. 2016 poz. 961).

Ustawa z dnia 9 marca 2023 r. o zmianie ustawy o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2023 poz. 553).

Ustawa z dnia 4 września 2026 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2026 poz. 1347).

World Bank. (2025). *Global carbon pricing mobilizes over $100 billion for public budgets* [Komunikat prasowy dot. raportu State and Trends of Carbon Pricing 2025]. https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2025/06/10/global-carbon-pricing-mobilizes-over-100-billion-for-public-budgets

[4] Wsad biogazowni: gnojowica od 500 krów, serwatka z mleczarni, ok. 200 t/rok odpadów paszowych i innych odpadów organicznych oraz kiszonka z traw (ok. 85 ha trwałych użytków zielonych (łąk) należących do gospodarstwa). Dla gnojowicy i odpadów paszowych przyjęto scenariusz odniesienia jak w przypisie 3 (odpowiednio przechowywanie w zbiorniku i kompostowanie), dla serwatki – uwolnienie całego jej potencjału metanowego do atmosfery, dla kiszonki z traw – brak emisji metanu w scenariuszu odniesienia oraz uwzględnienie emisji z pozyskania biomasy (nawożenie, koszenie, transport, zakiszanie). Pozostałe założenia jak w przypisie 3. Biomasa trawiasta z łąk nie zajmuje gruntów ornych przeznaczonych pod produkcję żywności.

Kto może oceniać ryzyko w wewnętrznych instalacjach wodociągowych?



Andrzej Falkowski

Przewodniczący Głównej Komisji Legislacyjnej
Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych

Od 21 maja 2026 r. obowiązują nowe przepisy dotyczące bezpieczeństwa wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. z 2026 r. poz. 605). Wprowadzają m.in. dwa podobnie brzmiące, lecz odrębne opracowania: ***ogólną analizę potencjalnych ryzyk oraz pisemną ocenę ryzyka****. Różnią się one zakresem, adresatami i – co szczególnie istotne – wymaganiami wobec wykonawców.*

Linki do aktów prawnych regulujących tę materię znajdują się w naszej Informacji nr 3/2026. W niniejszym artykule spróbuję wyjaśnić, kto może sporządzać każde z tych opracowań i jakie kwalifikacje są do tego wymagane.

Dwa opracowania – nie ten sam obowiązek

Ogólna analiza potencjalnych ryzyk, o której mowa w art. 4i ust. 7 ustawy o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków (dalej: ustawa wodociągowa), dotyczy **budynków mieszkalnych**, z wyłączeniem budynków mieszkalnych jednorodzinnych oraz budynków w zabudowie jednorodzinnej. Obejmuje więc przede wszystkim budynki wielorodzinne. Za jej przeprowadzenie odpowiada właściciel lub zarządca.

Analiza powinna zawierać co najmniej aktualny opis i schemat wewnętrznego systemu wodociągowego, informacje o przygotowaniu ciepłej wody użytkowej, występowaniu przewodów c.w.u. o objętości większej niż 3 litry poza obiegami cyrkulacyjnymi oraz temperaturach wody w określonych punktach instalacji. Należy również ocenić spełnianie wymagań technicznych dotyczących instalacji ciepłej wody, scharakteryzować materiały mające kontakt z wodą oraz przedstawić mapę istniejących lub proponowanych punktów poboru próbek do badań jej jakości.

Jeżeli analiza wykaże niespełnianie wymagań technicznych dotyczących instalacji ciepłej wody albo zastosowanie elementów zawierających ołów, właściciel lub zarządca informuje właściwy organ nadzoru sanitarnego. Organ wydaje wówczas zalecenia ograniczające ryzyko. Analiza nie jest przy tym częścią projektu budowlanego ani dokumentem wymaganym do zakończenia budowy.

Pisemna ocena ryzyka (art. 4i ust. 1 ustawy wodociągowej) dotyczy natomiast **obiektów priorytetowych**. Zgodnie z art. 4j są to obiekty niemieszkalne, w których więcej niż 50 osób dziennie jest narażonych na ryzyko związane z wodą, w szczególności obiekty użyteczności publicznej lub przeznaczone do okresowego pobytu ludzi. Istotna jest więc nie sama liczba użytkowników, ale również charakter narażenia.

Ocena obejmuje analizę zagrożeń związanych z instalacją i materiałami mającymi kontakt z wodą oraz ustalenie ich możliwego wpływu na jakość wody w punktach czerpalnych. W określonych rodzajach obiektów obejmuje także badania w kierunku bakterii z rodzaju Legionella lub oznaczenie stężenia ołowiu. Sporządza się ją w formie pisemnej, z podpisem wymaganym ustawą. Przegląd, a w razie potrzeby aktualizację, przeprowadza się nie rzadziej niż co sześć lat.

Czy analizę budynku mieszkalnego może wykonać technik?

Tak. Ustawa nie określa szczególnych kwalifikacji autora ogólnej analizy: nie wymaga uprawnień budowlanych, konkretnego wykształcenia ani certyfikatu. Właściciel lub zarządca może opracować ją samodzielnie albo zlecić innej osobie.

Brak wymagań formalnych nie oznacza jednak prostego zadania. Ocena układu instalacji, cyrkulacji, stagnacji wody, temperatur czy materiałów wymaga praktycznej wiedzy. Jest to obszar działalności zarówno techników sanitarnych, jak i eksploatatorów, instalatorów oraz projektantów. Przy wyborze wykonawcy powinny decydować jego rzeczywiste kompetencje.

A kto może sporządzić pisemną ocenę ryzyka?

Art. 4l ustawy wodociągowej stawia wykonawcy oceny obiektu priorytetowego, a także jej przeglądu i aktualizacji, konkretne wymagania. Osoba taka musi mieć pełną zdolność do czynności prawnych, nie być prawomocnie skazana za przestępstwa wskazane w ustawie oraz spełniać wymagania zawodowe.

Pierwsza ścieżka wymaga co najmniej trzyletniego, udokumentowanego doświadczenia w budowie, montażu, obsłudze, eksploatacji, modernizacji lub projektowaniu instalacji sanitarnych albo w nadzorze nad jakością, higieną lub bezpieczeństwem wody.
Alternatywą są uprawnienia budowlane w specjalności instalacyjnej wskazanej w art. 14 ust. 1 pkt 4 lit. b Prawa budowlanego, obejmującej m.in. instalacje wodociągowe i kanalizacyjne.

W obu przypadkach konieczna jest jednak dodatkowo udokumentowana wiedza z zakresu zarządzania ryzykiem bezpieczeństwa zdrowotnego wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.

Odrębną drogą przewidzianą w art. 4l jest posiadanie uprawnienia rzeczoznawcy do spraw sanitarnohigienicznych.

Co to oznacza w praktyce? Technik sanitarny bez uprawnień budowlanych może sporządzać pisemne oceny ryzyka, jeżeli wykaże wymagane, co najmniej trzyletnie doświadczenie zawodowe i udokumentowaną wiedzę z zakresu zarządzania ryzykiem.
Z kolei osoba posiadająca wskazane w ustawie uprawnienia budowlane w specjalności sanitarnej nie musi wykazywać wymaganego od pozostałych osób trzyletniego doświadczenia zawodowego, musi jednak udokumentować wspomnianą wiedzę. Same uprawnienia innych specjalności nie wystarczają, choć ich posiadacze mogą spełnić wymagania na podstawie doświadczenia i wiedzy.

Czy potrzebny jest specjalny kurs?

Art. 4l ustawy wodociągowej wymaga „udokumentowanej wiedzy", nie ustanawia jednak obowiązkowego kursu, egzaminu ani konkretnego certyfikatu.

Jak zatem wykazać odpowiednie przygotowanie? Najbardziej praktycznym rozwiązaniem wydaje się ukończenie specjalistycznego szkolenia poświęconego ocenie ryzyka w wewnętrznych systemach wodociągowych, najlepiej zakończonego sprawdzeniem wiedzy i wydaniem zaświadczenia. Program takiego szkolenia powinien obejmować identyfikację zagrożeń mikrobiologicznych i chemicznych, w szczególności związanych z bakteriami z rodzaju Legionella i ołowiem, metody szacowania ryzyka oraz dobór działań zapobiegawczych i kontrolnych.

Pomocne w zdobywaniu wiedzy może być również opracowanie Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) pt. „Bezpieczeństwo wodne w budynkach", udostępnione w polskiej wersji językowej przez Główny Inspektorat Sanitarny:

Bezpieczeństwo wodne w budynkach – poradnik WHO w języku polskim (PDF)

Chociaż publikacja pochodzi z 2011 r., przedstawione w niej podstawowe zasady identyfikacji zagrożeń, oceny ryzyka i zarządzania bezpieczeństwem wody pozostają aktualne. Poradnik należy traktować jako materiał pomocniczy, a jego zalecenia stosować z uwzględnieniem aktualnych przepisów i wiedzy technicznej.

Warto zachować nie tylko zaświadczenie o ukończeniu szkolenia, lecz także jego szczegółowy program, a w przypadku osób korzystających ze ścieżki doświadczenia zawodowego – również dokumenty potwierdzające przebieg praktyki. Należy jednak pamiętać, że ustawodawca nie określił katalogu dokumentów potwierdzających wymaganą wiedzę. Ukończenie szkolenia nie stanowi więc automatycznej gwarancji spełnienia wymagań ustawowych, ale może być istotnym dowodem przygotowania do wykonywania ocen ryzyka.

Jakie są terminy?

Nowe przepisy obowiązują od 21 maja 2026 r. Dla ogólnej analizy budynków mieszkalnych nie przewidziano odrębnego terminu końcowego ani sztywnej częstotliwości ponawiania. Nie oznacza to jednak, że jej przeprowadzenie można odłożyć do 2028 r.

Do **30 czerwca 2028 r.** właściciel lub zarządca obiektu priorytetowego musi po raz pierwszy przekazać ocenę ryzyka właściwemu organowi. Dla obiektów oddanych do użytkowania po tym dniu przewidziano termin sześciu miesięcy od oddania. Data 30 czerwca 2028 r. dotyczy także pierwszego przekazania odrębnych informacji o działaniach określonych w art. 4m ust. 1 pkt 5 i 6. Nie jest ona terminem wykonania ogólnej analizy z art. 4i ust. 7.

Nowe przepisy otwierają kolejny obszar działalności również przed doświadczonymi technikami sanitarnymi. Trzeba jednak odróżniać obowiązki: ogólna analiza budynku mieszkalnego nie wymaga ustawowo określonych kwalifikacji, natomiast do pisemnej oceny obiektu priorytetowego nie wystarczą po prostu „jakiekolwiek uprawnienia budowlane". Decydują wymagania art. 4l.



XII Podlaska Konferencja Ciepłownicza 2026

W dniach 8–9 października 2026 r. w Warchałach odbyła się XII Podlaska Konferencja Ciepłownicza, organizowana przez PZITS Oddział w Białymstoku oraz Koło Zakładowe PZITS przy Enea Ciepło, która zgromadziła przedstawicieli przedsiębiorstw ciepłowniczych, instytucji, świata nauki i firm technologicznych z całej Polski.



Hasłem przewodnim tegorocznej edycji była bezpieczna transformacja ciepłownictwa, rozumiana jako równowaga między efektywnością, bezpieczeństwem dostaw, kosztami i wdrażaniem nowych technologii.



Pierwszy dzień konferencji rozpoczęła prezentacja Dyrektora Zenona Suchty na temat systemu ciepłowniczego Enea Ciepło – Partnera Konferencji. Kolejne wystąpienie przedstawicielki Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej Pani Anny Pekar przedstawiło możliwościom finansowania inwestycji. Najważniejszym punktem tego dnia była debata poświęcona bezpiecznej transformacji, moderowana przez Michała Świąteckiego. Jej zakres obejmował bezpieczeństwo dostaw ciepła, ryzyko wdrażania nowych i niedojrzałych technologii, relację pomiędzy dekarbonizacją a przewidywalnością pracy systemu oraz potrzebę lokalnego, długoterminowego planowania transformacji. W dyskusji uczestniczyli: Agnieszka Szypulska z Urzędu Regulacji Energetyki, Bogusław Regulski z Izby Gospodarczej Ciepłownictwo Polskie, Marcin Moskwa z Enea Ciepło w Białymstoku, Andrzej Baranowski z KPEC w Bydgoszczy oraz Wojciech Dziekoński z PEC w Ełku.

Drugi dzień skupił się na społecznym wymiarze transformacji, wpływie zmian na zdrowie oraz rosnącej złożoności zarządzania przedsiębiorstwami multipaliwowymi. Podkreślono znaczenie nowoczesnych narzędzi wspierających dyspozytorów i operatorów.



Konferencja, tradycyjnie łącząca część merytoryczną z integracją środowiska, obejmowała także uroczystą kolację, wspólną zabawę oraz spacer „Odłóż telefon i chodź do lasu”.



Konferencja została objęta patronatem honorowym Wojewody Podlaskiego, Podlaskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa, Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz Polskiego Towarzystwa Energetyki Cieplnej. Do grona Patronów medialnych: „Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja”, „ Instal” w tym roku dołączyła „Biomasa” i „Zielona Gmina”.



Zaproszenie na Konferencję Environmental Protection and Energy 2026

EPAE 2026
ENVIRONMENTAL PROTECTION & ENERGY CONFERENCE

Z przyjemnością zapraszamy do udziału w **XIV edycji Międzynarodowej Konferencji Naukowej Environmental Protection and Energy**, która odbędzie się 4 grudnia 2026 roku. Od wielu lat wydarzenie stanowi międzynarodowe forum wymiany wiedzy i doświadczeń, integrujące środowisko studentów, doktorantów, naukowców oraz ekspertów reprezentujących różne dziedziny związane z ochroną środowiska i energetyką.

Celem konferencji jest stworzenie przestrzeni do prezentacji wyników badań, dyskusji nad aktualnymi wyzwaniami oraz poszukiwania innowacyjnych rozwiązań wspierających zrównoważony rozwój. Program wydarzenia obejmuje zagadnienia dotyczące m.in. ochrony środowiska, ekologii, bioróżnorodności, transformacji energetycznej, gospodarki obiegu zamkniętego oraz nowoczesnych technologii służących ograniczaniu negatywnego wpływu działalności człowieka na środowisko.

Tegoroczna edycja została wzbogacona o nowy obszar tematyczny – **Sustainability and Health**. Blok ten poświęcony będzie relacjom pomiędzy stanem środowiska, zrównoważonym rozwojem a zdrowiem i jakością życia społeczeństwa, stanowiąc odpowiedź na rosnące zainteresowanie tą tematyką w świecie nauki i praktyki.

Uczestnicy będą mogli zaprezentować swoje osiągnięcia podczas sesji referatowych lub posterowych. Dla wygody prelegentów i słuchaczy konferencja zostanie przeprowadzona w formule hybrydowej, umożliwiającej udział zarówno stacjonarny, jak i online.

EPAE 2026 to nie tylko okazja do prezentacji własnych badań, ale również możliwość nawiązania współpracy naukowej, zdobycia nowych inspiracji oraz wymiany doświadczeń z przedstawicielami różnych ośrodków akademickich i instytucji. Konferencja stwarza także możliwość prezentacji oraz rozliczenia efektów realizowanych przedsięwzięć, w tym projektów **PBL (Project-Based Learning)**, projektów badawczych, wdrożeniowych i edukacyjnych.

Autorzy zgłoszonych prac będą mieli możliwość opublikowania wyników swoich badań w recenzowanej monografii pokonferencyjnej oraz w wybranych międzynarodowych czasopismach naukowych.

Dla doktorantów udział w konferencji może stanowić ważny element realizacji założeń Indywidualnych Planów Badawczych oraz rozwoju dorobku naukowego.

Szczegółowe informacje dotyczące konferencji, terminów zgłoszeń oraz rejestracji uczestników dostępne są na stronie internetowej:

www.epae-conference.com

W przypadku pytań zachęcamy do kontaktu pod adresem:
EPAE@polsl.pl

Serdecznie zachęcamy do udziału w XIV Konferencji EPAE - wspólnie twórzmy przestrzeń do rozwoju nauki i dobrych praktyk w dziedzinie ochrony środowiska oraz energetyki!

Projekt finansowany ze środków budżetu państwa, przyznanych przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach Programu Wektory Nauki.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego
WEKTORY NAUKI

Solar Energy Expo 2027 – technologie, inwestycje i kierunki rozwoju branży OZE

W dniach 12–14 stycznia 2027 roku w Ptak Warsaw Expo odbędzie się szósta edycja Solar Energy Expo – Branżowych Targów Przemysłu Odnawialnych Źródeł Energii. Wydarzenie przyciągnie producentów, dystrybutorów, instalatorów oraz ekspertów związanych z sektorem OZE. W centrum uwagi znajdą się technologie fotowoltaiczne, magazynowanie energii, pompy ciepła oraz rozwiązania wspierające efektywne zarządzanie energią.

Rosnące znaczenie niezależności energetycznej, rozwój systemów magazynowania oraz potrzeba optymalizacji kosztów energii wpływają na kierunki inwestycji podejmowanych przez przedsiębiorstwa i odbiorców indywidualnych. Solar Energy Expo 2027 pozwoli przyjrzeć się rozwiązaniom odpowiadającym na te potrzeby, porównać ofertę dostawców oraz poznać możliwości wykorzystania nowoczesnych technologii w praktyce.

Urządzenia i systemy dla nowoczesnej energetyki

Współczesne instalacje OZE coraz częściej projektowane są jako zintegrowane systemy, w których produkcja energii, jej magazynowanie i bieżące wykorzystanie stanowią elementy jednego procesu. Takie podejście pozwala zwiększać efektywność instalacji, lepiej wykorzystywać energię wytwarzaną na potrzeby własne oraz ograniczać koszty eksploatacji.

Podczas Solar Energy Expo 2027 odwiedzający będą mogli zapoznać się z technologiami wykorzystywanymi na każdym etapie realizacji inwestycji energetycznych. Oferta wystawców obejmie moduły fotowoltaiczne, falowniki, magazyny energii, konstrukcje montażowe oraz urządzenia służące do monitorowania i sterowania pracą instalacji. Ważną częścią ekspozycji będą również pompy ciepła, systemy solarne i rozwiązania związane z elektromobilnością.

Szczególne miejsce zajmą technologie umożliwiające integrację instalacji fotowoltaicznych z magazynami energii oraz automatyką zarządzającą jej przepływem. Rozwiązania te znajdują zastosowanie zarówno w budynkach mieszkalnych, jak i obiektach komercyjnych czy zakładach przemysłowych. Bezpośredni kontakt z dostawcami pozwoli uczestnikom porównać parametry urządzeń, omówić możliwości ich zastosowania oraz poznać rozwiązania dostosowane do konkretnych potrzeb inwestycyjnych.

Producenci i dostawcy technologii na Solar Energy Expo 2027

Wśród firm zapowiedzianych na szóstą edycję wydarzenia znajdują się przedsiębiorstwa reprezentujące różne obszary rynku odnawialnych źródeł energii. Huawei Polska rozwija technologie fotowoltaiczne, falowniki oraz rozwiązania do magazynowania i inteligentnego zarządzania energią. Z kolei Sigenergy specjalizuje się w zintegrowanych systemach energetycznych, łączących funkcje konwersji, magazynowania i sterowania przepływem energii.

Istotną część ekspozycji stworzą dostawcy komponentów i wyposażenia dla instalacji OZE. KENO oferuje rozwiązania wykorzystywane przy budowie instalacji fotowoltaicznych i systemów magazynowania energii, natomiast Grodno dostarcza produkty elektrotechniczne oraz technologie dla energetyki odnawialnej. Obecność tych przedsiębiorstw będzie szczególnie interesująca dla instalatorów, wykonawców i firm zajmujących się kompleksową realizacją inwestycji.

Wśród zapowiedzianych wystawców znalazły się również LIVOLTEK POLSKA, VOLT POLSKA i GLOBTECHNIC, których oferta obejmuje urządzenia związane z zasilaniem, magazynowaniem i zarządzaniem energią. Segment technologii energoelektronicznych reprezentować będzie Ingeteam, a rozwiązania z zakresu automatyki i sterowania – PLUM. Na targach obecne będą ponadto ENERGY 5 i REMOR SOLAR POLSKA, specjalizujące się w konstrukcjach montażowych dla instalacji fotowoltaicznych.

Wymienione przedsiębiorstwa stanowią jedynie część szerokiego grona wystawców. Zróżnicowanie ich działalności pozwoli odwiedzającym prześledzić cały proces tworzenia instalacji OZE – od doboru komponentów i przygotowania infrastruktury po magazynowanie energii i optymalizację pracy gotowych systemów.

Renewable Energy Summit – wiedza odpowiadająca na potrzeby rynku

Uzupełnieniem ekspozycji targowej będzie Renewable Energy Summit, program konferencyjny poświęcony technologicznym i biznesowym aspektom funkcjonowania sektora odnawialnych źródeł energii. Spotkania z ekspertami umożliwią uczestnikom zapoznanie się z aktualnymi wyzwaniami branży, wymianę doświadczeń oraz omówienie zagadnień istotnych dla rozwoju przedsiębiorstw działających na rynku energetycznym. Jednym z zapowiedzianych tematów jest „Klient kupuje tani prąd, a nie komponenty. Jak zbudować skuteczną maszynę sprzedażową w firmie OZE?". Dyskusja skoncentruje się na zmianach zachodzących w sposobie sprzedaży technologii energetycznych oraz rosnącym znaczeniu korzyści ekonomicznych w podejmowaniu decyzji inwestycyjnych. Dla klientów coraz ważniejsze stają się bowiem przewidywalność kosztów, efektywność instalacji i możliwość ograniczenia wydatków na energię.

Tematyka spotkania będzie szczególnie interesująca dla właścicieli firm instalacyjnych, dystrybutorów oraz osób odpowiedzialnych za rozwój sprzedaży. Program konferencyjny pozwoli spojrzeć na rynek OZE zarówno z perspektywy dostępnych technologii, jak i oczekiwań ich końcowych użytkowników.

Kontakty biznesowe i możliwości współpracy

Solar Energy Expo 2027 stworzy warunki do bezpośrednich rozmów pomiędzy przedsiębiorstwami reprezentującymi poszczególne segmenty rynku energetycznego. Dla producentów i dystrybutorów będzie to okazja do zaprezentowania swojej oferty potencjalnym partnerom, natomiast dla instalatorów, projektantów i inwestorów – możliwość poznania nowych dostawców oraz omówienia planowanych przedsięwzięć.

W ramach wydarzenia funkcjonować będzie również Strefa Networkingu B2B, przygotowana z myślą o rozwijaniu kontaktów handlowych i wymianie doświadczeń. Spotkania mogą stanowić punkt wyjścia do wspólnych projektów, rozszerzenia sieci dystrybucji czy nawiązania długoterminowej współpracy pomiędzy firmami.

Solar Energy Expo 2027 – zaplanuj wizytę

Szósta edycja Solar Energy Expo pozwoli przyjrzeć się rozwiązaniom, które mają coraz większe znaczenie dla efektywności i opłacalności inwestycji w odnawialne źródła energii. Odwiedzający będą mogli poznać ofertę producentów, skonsultować kwestie techniczne z ekspertami oraz zdobyć informacje pomocne przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych i biznesowych.

Solar Energy Expo 2027 odbędzie się w dniach 12–14 stycznia 2027 roku w halach E i F Ptak Warsaw Expo w Nadarzynie, niedaleko Warszawy. Targi będą otwarte dla odwiedzających w godzinach 10:00–17:00. Udział w wydarzeniu jest bezpłatny po wcześniejszej rejestracji online.

Zarejestruj się i poznaj technologie oraz firmy rozwijające rynek odnawialnych źródeł energii!

Podsumowanie FORUM TERMOMODERNIZACJA 2026

Jubileuszowe, 25-te FORUM TERMOMODERNIZACJA 2026, zorganizowane przez Zrzeszenie Audytorów Energetycznych (ZAE), odbyło się 14 października 2026 r. w Warszawie. Tematem przewodnim spotkania środowiska osób i firm zajmujących się poprawą efektywności energetycznej były **Nowe możliwości techniczne i finansowe termomodernizacji budynków.**

Jak zwykle udział wzięli również przedstawiciele władz państwowych, firm działających w sektorze budownictwa oraz instytucji finansowych.

Wydarzenie było poświęcone przedstawieniu już wprowadzonych oraz planowanych zmian w aktach prawnych regulujących proces poprawy efektywności energetycznej w sektorze budownictwa, dostępnych źródeł jego finansowania, najnowszych oferowanych przez przemysł rozwiązań technologicznych i materiałowych.

Patronat honorowy FORUM objęły: Ministerstwo Energii, Ministerstwo Rozwoju i Technologii, oraz Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Organizację Forum wsparły: NAPE S.A., JMA Partner Sp. z o.o., PORT PC, Adenergo Sp. z o.o., ÖkoFEN Polska, ECDF Dotacje Sp. z o.o., Budros PC Sp. z o.o., DAEiŚ, Sankom Sp. z o.o.

Tegoroczne Forum ponownie zostało zorganizowane w formie hybrydowej jako spotkanie stacjonarne transmitowane przez Internet. Bezpośredni udział w Forum wzięło 180 osób, zaś 50 śledziło transmisję internetową. Prezentacje dostępne są na stronie ZAE.

Spotkanie otworzył prezes ZAE prof. dr hab. inż. Dariusz Heim, powitał uczestników, honorowych gości oraz sponsorów.

Pierwsza część Forum dotyczyła aspektów prawnych. Dr Ewa Kossak, reprezentująca Ministerstwo Klimatu i Środowiska, omówiła założenia nowelizacji ustawy o efektywności energetycznej ze szczególnym uwzględnieniem roli audytorów energetycznych. Podkreśliła, że implementacja ustawy będzie wymagała istotnego powiększenia liczby wysokokwalifikowanych audytorów energetycznych.

Z uwagi na brak przedstawiciela Ministerstwa Rozwoju i Technologii, dr Jerzy Kwiatkowski z NAPE oraz Piotr Zdanowski z KAPE przedstawili projektowane zmiany w metodyce wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków oraz nowy wzór świadectwa wynikający z wymagań dyrektywy EPBD, które najprawdopodobniej poddane zostaną jeszcze w tym roku procesowi konsultacji społecznych. Możliwości finansowania poprawy efektywności energetycznej, w tym programy, terminy i dostępne środki, szczególnie w kontekście największego i najbardziej popularnego mechanizmu wsparcia, czyli ogólnopolskiego programu „Czyste Powietrze", przybliżyła Antonina Kaniszewska, z NFOŚiGW. Z kolei prof. Szymon Firląg, prezes zarządu Związku Pracodawców Producentów Materiałów dla Budownictwa, zaprezentował uwagi strony społecznej i wnioski w zakresie proponowanych kierunków zmian w programie, mających go usprawnić oraz poprawić jego dostępność dla osób najbardziej potrzebujących.

Część merytoryczną I sesji zakończył prezes Dariusz Heim, odczytując list Ministra Energii Miłosza Motyki, skierowany do uczestników 25. Forum Termomodernizacja, z życzeniami pomyślnych obrad.

Ostatnią część pierwszej części obrad poświęcono sprawom organizacyjnym Zrzeszenia.

Prezes Heim poinformował o Jubileuszu 100. urodzin dr. inż. Macieja Robakiewicza, Sekretarza Zarządu Zrzeszenia Audytorów Energetycznych i jego członka założyciela. Odtworzony został film z wystąpieniem Jubilata, skierowanym do uczestników Forum.

Ostatnim punktem obrad I sesji było przedstawienie wyników II edycji (2025) KONKURSU o nagrodę im. Aleksandra Dariusza Panka na najlepszą pracę dyplomową poświęconą efektywności energetycznej w budownictwie. Decyzję Komisji Konkursowej w składzie: **Przewodnicząca** – dr hab. inż. Małgorzata Basińska, prof. Politechniki Poznańskiej; **Sekretarz** – dr hab. inż. Michał Piasecki, prof. Instytutu Techniki Budowlanej; **Członek** – dr hab. inż. Tomasz Kisilewicz, prof. Politechniki Krakowskiej; przedstawił członek Kapituły Konkursu dr inż. Jerzy Sowa. Komisja, po dokonaniu oceny 5 zgłoszonych prac, postanowiła przyznać nagrodę główną: **Panu mgr. inż. Mateuszowi Kucharskiemu** za pracę dyplomową magisterską pt.: *Analiza ekonomiczno-środowiskowa zastosowania źródła energii dla budynku szpitala*. **Uzasadnienie decyzji Komisji:** Przesłana na konkurs praca w pełni wpisuje się w jego tematykę. Komisja doceniła szerokie, wielowariantowe podejście do oceny energetycznej i środowiskowej obiektu szpitalnego, skomplikowanego pod względem zastosowanych urządzeń technicznych. Komisja postanowiła również przyznać wyróżnienie za innowacyjną analizę cieplno-wilgotnościową szczelnego montażu okien: **Panu mgr. inż. Grzegorzowi Jakrzewskiemu** za pracę dyplomową magisterską pt.: *Wpływ systemów szczelnego montażu okien na stan cieplny budynku.*

W drugiej sesji, moderowanej przez prof. Arkadiusza Węglarza skupiono się na rozwoju nowoczesnych technologii grzewczych. Paweł Lachmann – prezes zarządu Polskiej Organizacji Rozwoju Technologii Pomp Ciepła, prezentował ideę standardu EU 30 dla domu jednorodzinnego, przedstawiając drogę od energooszczędnego budynku do inteligentnego systemu energetycznego. W kolejnych wystąpieniach prelegenci przedstawiali konkretne realizacje kompleksowej termomodernizacji obiektów z wykorzystaniem pomp ciepła: użyteczności publicznej (Adam Koniszewski, reprezentujący SPiUG) oraz obiektów przemysłowych (Robert Matysko – GEA Refrigeration).

Przedstawiciele firmy Adenergo przybliżyli korzyści z wykorzystania aplikacji AppEnergo – jako innowacyjnego narzędzia ułatwiającego pracę audytora energetycznego.

Jędrzej Böhm z firmy ÖkoFEN omówił zalety kotłów kondensacyjnych na pellet oraz szerokie możliwości układów hybrydowych.

O termomodernizacji szczególnej grupy obiektów, czyli budynków historycznych, mówił natomiast Marek Klenk z JMA Partner, który w swoim wystąpieniu skoncentrował się na zastosowaniu tynków termoizolacyjnych przy renowacji ścian w zabytkach. Budynków historycznych dotyczyła także prezentacja Jerzego Żurawskiego z DAEŚ, który radził, jak poprawnie zaplanować proces ocieplenia budynków zabytkowych od wewnątrz, w oparciu o dwa przykłady – szpitala we Wrocławiu oraz mieszkania w Warszawie. Program trzeciej sesji, moderowanej przez dr. inż. Jerzego Kwiatkowskiego, obejmował mechanizmy finansowania inwestycji. Przedstawiciele firmy ECDF Dotacje omówili poszczególne etapy procesu przygotowania i sfinansowania projektu transformacji energetycznej. Tomasz Kułakowski, reprezentujący NAPE, opowiedział o projekcie AUDIT+, mającym na celu wsparcie przedsiębiorstw w realizacji działań zalecanych w audytach energetycznych. Michał Strzeszewski z firmy SANKOM tradycyjnie omówił nowe możliwości w programach Audytor OZC i Audytor SET. Korzyści z zastosowania nowoczesnych urządzeń grzewczych przypomniał w tej sesji Tomasz Rosiak z firmy Budros Pompy Ciepła, który przedstawił udane realizacje z wykorzystaniem gruntowych pomp ciepła w budynkach wielorodzinnych.

Na zakończenie Prezes ZAE prof. dr hab. inż. Dariusz Heim krótko podsumował obrady, wyraził podziękowania licznym uczestnikom za aktywny udział, prelegentom za wygłoszone referaty, sponsorom za wsparcie a także wszystkim osobom zaangażowanym w organizację spotkania.

Forum zakończyło losowanie nagród dla uczestników.

Sprawozdanie przygotował: A. Wiszniewski

DRI 2026 – Dobra Relacja, Dobra Instalacja!

Dobre relacje to fundament dobrej współpracy

16 października 2026 r. w Lublinie odbyło się spotkanie branżowo-integracyjne *„Dobra Relacja, Dobra Instalacja – DRI 2026”,* zorganizowane przez Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych – Oddział w Lublinie. Wydarzenie po raz kolejny stało się miejscem spotkania środowiska sanitarnego Lubelszczyzny i okazją do budowania relacji, które na co dzień przekładają się na dobrą współpracę przy realizacji inwestycji.



W spotkaniu uczestniczyli członkowie PZITS, projektanci, wykonawcy, przedstawiciele firm branżowych oraz sponsorzy. Tegoroczna edycja miała także wyjątkowy, ogólnopolski akcent – gośćmi wydarzenia byli członkowie Głównej Sekcji COWIA PZITS, którzy w dniach 16–18 października przebywali w Lublinie podczas swojego wyjazdu integracyjnego. Udział w DRI 2026 otworzył ich trzydniowy program, obejmujący również wizytę w laboratoriach Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Lubelskiej oraz poznawanie historii i kultury Lublina i regionu. Obecność Sekcji sprawiła, że spotkanie stało się okazją do rozmów nie tylko w gronie lokalnym, ale także z przedstawicielami branży z różnych części kraju.



Ważną częścią wieczoru były prezentacje i wykłady branżowe. Poruszane w nich zagadnienia stały się punktem wyjścia do ciekawych rozmów i dyskusji, w których uczestnicy dzielili się doświadczeniami z codziennej praktyki zawodowej – z perspektywy projektanta, wykonawcy, producenta czy dystrybutora. Takie spojrzenie z różnych stron pozwala lepiej zrozumieć wzajemne potrzeby i oczekiwania, a to właśnie one są podstawą sprawnej współpracy na każdym etapie inwestycji.

Spotkanie było także doskonałą okazją do nawiązania nowych kontaktów i umocnienia już istniejących. Wielu uczestników mogło spotkać się osobiście z osobami, z którymi na co dzień współpracują głównie telefonicznie lub mailowo, a także poznać przedstawicieli innych obszarów branży.

Po części merytorycznej przyszedł czas na integrację w mniej formalnej atmosferze. Nie zabrakło wspólnych rozmów, uśmiechów, dobrej muzyki i szampańskiej zabawy, która trwała do późnych godzin nocnych. To właśnie w takich chwilach rodzą się relacje, które później procentują w życiu zawodowym.

DRI 2026 potwierdziło, jak ważne są bezpośrednie spotkania i budowanie więzi pomiędzy przedstawicielami różnych obszarów naszej branży. Hasło wydarzenia – „Dobra Relacja, Dobra Instalacja” – dobrze oddaje ideę, która przyświeca zarówno organizatorom, jak i uczestnikom: zaufanie i dobra komunikacja między ludźmi są równie istotne jak wiedza techniczna i jakość zastosowanych rozwiązań.



Szczególne podziękowania kierujemy do sponsorów i partnerów wydarzenia, których wsparcie przyczyniło się do jego organizacji i stworzenia wyjątkowej atmosfery.

Dziękujemy Koleżankom i Kolegom z Głównej Sekcji COWiA za przyjazd do Lublina i udział w spotkaniu – Wasza obecność była dla nas dużą radością i cennym wzbogaceniem wydarzenia. Słowa uznania należą się także Pani Justynie Kuczorskiej za zaangażowanie w przygotowanie spotkania i opiekę nad uczestnikami.

Serdecznie dziękujemy wszystkim uczestnikom za obecność, zaangażowanie, inspirujące rozmowy i wspólnie spędzony czas. Już dziś zapraszamy na kolejne spotkania!

Bo dobra instalacja zaczyna się od dobrej relacji!

Nadchodzące Wydarzenia

Poniżej prezentujemy zestawienie nadchodzących wydarzeń związanych z działalnością Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych. Obejmuje ono konferencje, szkolenia, seminaria oraz inne inicjatywy organizowane przez PZITS, jego oddziały terenowe, a także przedsięwzięcia objęte patronatem Zrzeszenia.

Tematyka wydarzeń koncentruje się na aktualnych zagadnieniach związanych m.in. z efektywnością energetyczną, nowoczesnymi rozwiązaniami instalacyjnymi, gospodarką wodno-ściekową, bezpieczeństwem eksploatacji oraz wymaganiami środowiskowymi i formalno-prawnymi. Spotkania te stanowią okazję do poszerzenia wiedzy, wymiany doświadczeń oraz nawiązania wartościowych kontaktów zawodowych.

Webinar: Bezwykopowa renowacja sieci kanalizacyjnych i wodociągowych – planowanie, projektowanie, wykonawstwo. Cz. II

Główna Sekcja Wodociągów i Kanalizacji PZITS zaprasza na drugą część szkolenia poświęconego bezwykopowej renowacji sieci, tym razem dotyczącego sieci wodociągowych.

Podczas spotkania omówione zostaną zagadnienia związane z oceną stanu technicznego przewodów ciśnieniowych, identyfikacją problemów eksploatacyjnych oraz doborem technologii i materiałów z uwzględnieniem jakości wody. Program obejmuje również aspekty projektowe, wymagania odbiorowe, próby szczelności oraz zasady przywracania przewodów do eksploatacji.

Szkolenie uzupełnią doświadczenia praktyczne, studia przypadków oraz sesja odpowiedzi na pytania uczestników.

Wykładowca: dr inż. Beata Nienartowicz (IDEANTE), mgr inż. Mariusz Iwanejko (BLEJKAN S.A.)

Termin: 1 grudnia 2026 r., godz. 9:00–13:00

Miejsce: szkolenie online

Szczegóły: https://pzits.pl/webinar-bezwykopowa-renowacja-sieci-kanalizacyjnych-i-wodociagowych-planowanie-projektowanie-wykonawstwo-cz-2/

O czym pamiętać, a czego unikać w projektowaniu i wykonawstwie systemów ogrzewania płaszczyznowego

Oddział PZITS w Katowicach zaprasza na szkolenie poświęcone projektowaniu i wykonawstwu systemów ogrzewania płaszczyznowego. Omówione zostaną podstawy prawne i normowe, rozwój technologii i modeli obliczeniowych oraz obecne i przyszłe wyzwania związane z tego typu instalacjami.

Szczególna uwaga zostanie poświęcona błędom projektowym i wykonawczym oraz doświadczeniom projektantów i wykonawców. Przedstawione zostaną również dobre praktyki projektowe oraz możliwości optymalizacji i uniwersalizacji projektowanych instalacji.

Wykładowca: Dominik Kasprzyk (TECE)

Termin: 2 grudnia 2026 r., godz. 11:00–14:00

Miejsce: szkolenie online

Szczegóły: pzits.com.pl/index.php/szkolenia-seminaryjne

Wymagania techniczne dla obiektów budowlanych z punktu widzenia ochrony przeciwpożarowej według aktualnych przepisów – branża instalacyjna. Wymagane przepisami przeglądy techniczne instalacji i urządzeń przeciwpożarowych

Oddział PZITS w Katowicach zaprasza na szkolenie poświęcone wymaganiom technicznym i przepisom z zakresu bezpieczeństwa pożarowego obiektów budowlanych. Omówione zostaną zasady stosowania instalacji gaśniczych, urządzeń do usuwania dymu i zapobiegania zadymieniu oraz wewnętrznych instalacji wodociągowych przeciwpożarowych.

Przedstawiony zostanie wpływ stosowanych zabezpieczeń na wymagania techniczno-budowlane obiektów, w tym powierzchnię stref pożarowych, klasę odporności pożarowej oraz warunki ewakuacji. Program obejmuje również zasady opracowywania scenariuszy pożarowych i uzgadniania projektów urządzeń przeciwpożarowych.

Wykładowca: st. bryg. w st. spocz. Kamil Kwosek

Termin: 7 grudnia 2026 r., godz. 11:00–14:00

Miejsce: szkolenie online

Szczegóły: pzits.com.pl/index.php/szkolenia-seminaryjne

V Konferencja Naukowo-Techniczna – Nowe wyzwania: od jakości sieci do jakości wody

Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych objęło Patronatem Honorowym V Konferencję Naukowo-Techniczną organizowaną przez Centrum Konferencji INTEGRATOR.

Wydarzenie poświęcone będzie aktualnym wyzwaniom przedsiębiorstw wodociągowych, ze szczególnym uwzględnieniem zasobów wodnych, jakości wody surowej, wiarygodności badań laboratoryjnych oraz technologii uzdatniania wody.

W programie konferencji znajdą się również zagadnienia dotyczące nowych wymagań prawnych w zakresie jakości wody, cyfryzacji sieci wodociągowych, wykorzystania sztucznej inteligencji w zarządzaniu bezpieczeństwem wody oraz oceny ryzyka. Spotkanie będzie okazją do wymiany wiedzy i doświadczeń pomiędzy przedstawicielami przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych, środowiska naukowego, laboratoriów i dostawców technologii.

Termin: 9–11 grudnia 2026 r.
Miejsce: Forest Park Resort & SPA, Świeradów-Zdrój
Szczegóły: https://ckintegrator.pl/conference/v-konferencja-naukowo-techniczna-

Aby być na bieżąco z konferencjami, szkoleniami, seminariami oraz innymi wydarzeniami organizowanymi przez Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, zapraszamy do regularnego odwiedzania kalendarium wydarzeń PZITS oraz do zapisania się do newslettera PZITS. Publikowane są tam informacje o nadchodzących konferencjach, szkoleniach, webinarach i inicjatywach branżowych, a także aktualności dotyczące działalności Zrzeszenia, patronatów, wydarzeń oddziałów terenowych oraz nowych publikacji i materiałów technicznych.

Regularne śledzenie kanałów informacyjnych PZITS pozwala na bieżąco zapoznawać się z tematyką najważniejszych wydarzeń branżowych, terminami rejestracji, zmianami w programach spotkań oraz informacjami organizacyjnymi dotyczącymi udziału w wydarzeniach. To również możliwość szybkiego dostępu do informacji o nowych inicjatywach, działaniach środowiska inżynierskiego oraz kierunkach rozwoju branży sanitarnej, instalacyjnej, gazowniczej, ciepłowniczej i wodociągowo-kanalizacyjnej.

Newsletter stanowi także źródło wiedzy o działalności poszczególnych oddziałów PZITS, konkursach, wydarzeniach naukowo-technicznych, projektach realizowanych we współpracy z uczelniami i partnerami branżowymi oraz przedsięwzięciach objętych patronatem Zrzeszenia. Dzięki temu członkowie i sympatycy PZITS mogą łatwiej planować udział w interesujących ich spotkaniach oraz korzystać z możliwości rozwoju zawodowego i wymiany doświadczeń.

Certyfikacja serwisantów Małych Oczyszczalni Ścieków (MOŚ)

Potwierdź swoje kompetencje.
Postaw na profesjonalizm.

Szczegóły: www.pzits.pl/mos

Wielkopolski Oddział Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych prowadzi certyfikację serwisantów małych oczyszczalni ścieków w ramach Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji (ZSK).

Celem inicjatywy jest podnoszenie jakości usług serwisowych, zapewnienie prawidłowej eksploatacji oczyszczalni oraz skuteczniejsza ochrona środowiska.

- Potwierdzenie wiedzy i umiejętności praktycznych
- Uzyskanie kwalifikacji na poziomie 4 PRK
- Wzmocnienie pozycji na rynku pracy
- Wpis na listę certyfikowanych serwisantów

Zdobądź certyfikat i dołącz do grona profesjonalistów!

Zostań członkiem Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych

POLSKIE ZRZESZENIE INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW SANITARNYCH

Członkostwo w PZITS umożliwia:



Otrzymywanie:

- zaproszeń na seminaria, konferencje i szkolenia, organizowane przez PZITS,
- zaproszeń do udziału w wycieczkach technicznych i spotkaniach integracyjnych,
- informacji o zmianach w przepisach i legislacji branżowej,
- odznaczeń honorowych PZITS,
- ofert pracy w branży.

Możliwość:

- udziału w opracowywaniu przepisów oraz zgłaszania propozycji zmian w obowiązujących regulacjach,
- nawiązywania bezpośrednich kontaktów z ekspertami i przedstawicielami branży,
- uzyskiwania porad i opinii w sprawach technicznych związanych z zakresem działalności PZITS,
- kontaktu z przedstawicielami organizacji zrzeszonych w REHVA i IGU oraz wymiany informacji na poziomie międzynarodowym,
- publikowania artykułów w czasopismach PZITS,
- aktywnego udziału w pracach sekcji branżowych.





Dostęp do:

- nagrań z wydarzeń organizowanych przez ZG PZITS,
- materiałów, poradników i wytycznych, opracowywanych przez PZITS,
- działalności szkoleniowej i rozwojowej organizowanej w całej Polsce,
- stowarzyszeniowej wspólnoty i wsparcia środowiska inżynieryjnego.

Kim jesteśmy?

PZITS to ogólnopolska organizacja skupiająca ok. 3 200 techników, inżynierów i naukowców działających w obszarze inżynierii sanitarnej i środowiska.

Misją PZITS jest działalność na rzecz społeczeństwa poprzez rozwój rozwiązań technicznych służących ochronie zdrowia i środowiska naturalnego.

PZITS jest jedynym polskim członkiem REHVA oraz International Gas Union, co umożliwia aktywną współpracę międzynarodową.

Członkowie PZITS uczestniczą w pracach zespołów opiniujących prawo budowlane i przepisy techniczno-budowlane oraz działają w Organach Technicznych Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

Więcej szczegółów:
www.pzits.pl/czlonkostwo