

1/2026

styczeń

ISSN 0137-3676

e-ISSN 2449-9900

tom 57 (1)

Cena: 18,50 zł
(w tym VAT 8%)

C O W

CIEPŁOWNICTWO OGRZEWNICTWO WENTYLACJA



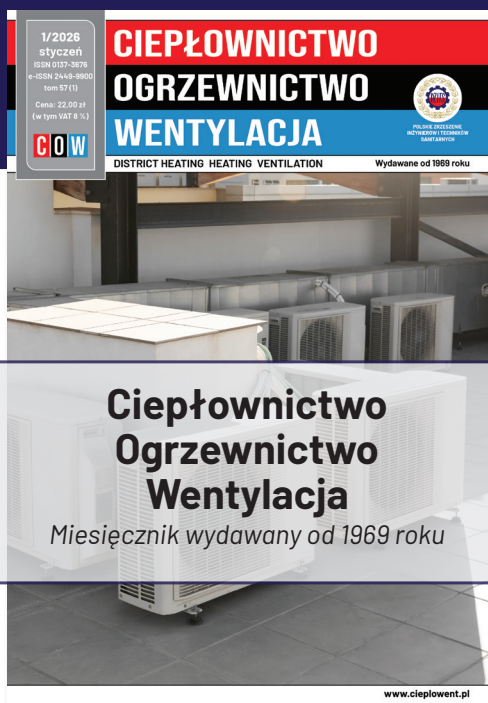
POLSKIE ZRZESZENIE
INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW
SANITARNYCH

DISTRICT HEATING • HEATING • VENTILATION

Wydawane od 1969 roku



Czasopisma Polskiego Zrzeszenia
Inżynierów i Techników Sanitarnych
w nowej odsłonie



Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja

Miesięcznik wydawany od 1969 roku



Gaz Woda i Technika Sanitarna

Gas Water & Sanitary Engineering

Gaz Woda i Technika Sanitarna

Miesięcznik wydawany od 1921 roku

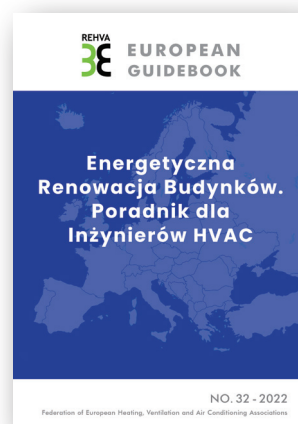
1

2026

www.gwits.pl

cena: 18,50 zł (w tym VAT 8%)

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



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



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



Szanowni Państwo,

nowy rok to zawsze moment symboliczny – czas podsumowań, ale przede wszystkim spojrzenia w przyszłość i wyznaczania nowych kierunków rozwoju. Z tej okazji składamy Państwu najlepsze życzenia: zdrowia, pomyślności oraz satysfakcji z pracy zawodowej. Niech rok 2026 przyniesie stabilność, dobre decyzje projektowe, udane realizacje i przestrzeń na rozwój kompetencji w dynamicznie zmieniającej się branży ciepłownictwa, ogrzewnictwa i wentylacji.

Początek roku to także moment ważnych zmian dla miesięcznika „Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja”. Od bieżącego numeru pismo ukazuje się z nowym wydawcą – Polskim Zrzeszeniem Inżynierów i Techników Sanitarnych. Przejęcie wydawania miesięcznika od SIGMA NOT jest nie tylko zmianą organizacyjną, lecz przede wszystkim świadomym krokiem w stronę jeszcze silniejszego osadzenia czasopisma w środowisku inżynierskim i eksperckim. PZITS, jako organizacja o wieloletniej tradycji, skupiająca praktyków, projektantów, naukowców i rzeczoznawców, gwarantuje ciągłość misji pisma oraz jej dalsze rozwijanie w odpowiedzi na aktualne wyzwania branży.

Zmiana wydawcy nie oznacza zerwania z dotychczasowym dorobkiem – przeciwnie. COW pozostaje czasopismem o profilu technicznym i opiniotwórczym, w którym nadal znajdą Państwo artykuły eksperckie, analizy przepisów, omówienia norm, przykłady dobrych praktyk projektowych i wykonawczych, a także materiały poświęcone innowacjom, efektywności energetycznej i zrównoważonemu rozwojowi. Naszą ambicją jest dalsze wzmacnianie jakości merytorycznej publikacji oraz ich praktycznej użyteczności w codziennej pracy inżyniera.

W nowym modelu wydawniczym szczególną rolę odgrywa elektroniczna forma dostępu do czasopisma. Bezpłatna prenumerata w wersji elektronicznej umożliwia wygodny, szybki i stały dostęp do wszystkich numerów COW – niezależnie od miejsca i czasu. To rozwiązanie odpowiada na potrzeby współczesnych odbiorców, którzy oczekują aktualnej wiedzy w formie łatwej do archiwizacji, przeszukiwania i wykorzystywania w pracy projektowej, dydaktycznej czy eksperckiej. Zachęcamy zatem Państwa do zapisania się na bezpłatną prenumeratę elektroniczną „Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja” na rok 2026, zgodnie z informacjami dostępnymi na stronie internetowej czasopisma. Proces rejestracji jest prosty, a korzyści – wymierne i długofalowe. Co szczególnie istotne, osoby, które zamówią prenumeratę elektroniczną do dnia 31



stycznia 2026 r., otrzymają bezpłatnie w wersji elektronicznej poradnik *RE-HVA GB.32 – Energetyczna renowacja budynków. Poradnik dla inżynierów HVAC*. Jest to cenione opracowanie, przygotowane przez ekspertów RE-HVA, stanowiące praktyczne wsparcie dla projektantów i specjalistów HVAC zaangażowanych w procesy modernizacji i poprawy efektywności energetycznej budynków. Poradnik porusza zagadnienia kluczowe z punktu widzenia transformacji energetycznej, integracji systemów oraz roli instalacji HVAC w renowacji zasobów budowlanych. Wierzymy, że połączenie regularnego dostępu do aktualnych treści branżowych publikowanych w COW z wartościowym materiałem eksperckim, jakim jest poradnik REHVA, będzie stanowić realną wartość dodaną dla Państwa pracy zawodowej.

Zapraszamy do pozostania z nami w nowym roku i w nowym rozdziale historii miesięcznika „Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja” – jako czytelnicy, autorzy i aktywni uczestnicy środowiska inżynierskiego.

Anna Bogdan

Odwiedź nową stronę czasopisma ciepłownictwoogrzewnictwowentylacja.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 naszych mediów społecznościowych.



Spis treści

Anna Bogdan – Na pierwszy rzut oka..... 1

Nauka i Technika

Maria Berłowska – Problematyka i wyzwania nadzorów archeologicznych podczas prac związanych z przyłączami ciepłymi w Rzeszowie / Problems and Challenges of Archaeological Supervision During District Heating Connection Works in Rzeszów 3

Grzegorz Ojczyk – Kuter Port – naturalny potencjał / Kuter Port – natural potential 8

Juliusz Walaszczyk, Weronika Michalak – Analiza wybranego obszaru miasta Wrocław pod względem zastosowanych urządzeń chłodniczych / Analysis of a Selected Area of Wrocław in the Context of Cooling Devices 14

Tomasz Jerominko – Analiza źródeł ciepła dla budynku zabytkowego z uwzględnieniem efektywności energetycznej / Analysis of heat sources for a historic building, taking into account energy efficiency 23

Maciej Dobrzański – Zmiany stężenia zanieczyszczeń pyłowych w budynku użyteczności publicznej z wentylacją mechaniczną / Changes in the concentration of particulate matter pollution in a public building with mechanical ventilation 28

Partnerzy w technologii

Adam Hajduk – Wymienniki ciepła do instalacji HVAC – kluczowe aspekty jakości, projektowania i eksploatacji 32

PORT PC – Elastokaloryki to obiecujący kierunek badań, a nie realna alternatywa dla sprężarkowych pomp ciepła stosowanych w budynkach 38

Prawo

Andrzej Falkowski – Zespół ds. porad koordynacyjnych: najważniejsze problemy i kierunki zmian 40

Wydarzenia

Zostań inżynierem przyszłości! Weź udział w Konkursie „Zrównoważone Środowisko” i zdobądź Indeks PW! 42

Głos uczelni technicznych

Nowe kompetencje inżyniera w obliczu transformacji energetycznej 44

Anna Bogdan – Hip-Air – Nowe spojrzenie na bezpieczeństwo pacjentów w salach operacyjnych 51

PZITS w działaniu

Nadchodzące wydarzenia 52

Informacje dla autorów znajdują się na stronie:

www.cieplownictwoogrzewnictwowentylacja.pl/wspolpraca-z-autorami

**Cieplownictwo 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 Cieplownictwo

- mgr inż. Barbara Rubik
- prof. dr hab. inż. Robert Sekret
- dr hab. inż. Bożena Babiarz, prof. PRz
- mgr inż. Ewa Kręcielewska

Chłodnictwo i pompy ciepła

- dr inż. Marian Rubik
- dr inż. Piotr Ziętek
- mgr inż. Paweł Lachman

Jakość powietrza

- dr hab. inż. Robert Cichowicz, prof. PŁ

Wentylacja, klimatyzacja, ogrzewnictwo

- dr inż. Sylwia Szczęśniak
- dr inż. Andrzej Górka
- dr hab. inż. Joanna Ferdyn-Grygierek
- dr hab. inż. Ewa Zender-Świercz, prof. PŚk
- dr hab. inż. Tomasz Cholewa, prof. PL
- mgr inż. Wojciech Ratajczak

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 01/2026

Nakład: 210 egzemplarzy

INFORMACJE DODATKOWE

Czasopismo znajduje się w wykazie czasopism naukowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Czasopismo jest indeksowane w: BazTech, Index Copernicus ICV 2024 = 75.74 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.



Problematyka i wyzwania nadzorów archeologicznych podczas prac związanych z przyłączami ciepłymi w Rzeszowie

Problems and Challenges of Archaeological Supervision During District Heating Connection Works in Rzeszów



Maria Berłowska

Wydział Nauk Historycznych, Instytut Archeologii
Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie
mariaberlowska08@gmail.com

Słowa kluczowe: archeologia, nadzór archeologiczny, przyłącza ciepłe

Streszczenie

W artykule omówiono specyfikę nadzoru archeologicznego przy inwestycjach infrastrukturalnych w Rzeszowie oraz przedstawiono problemy i wyzwania towarzyszące jego realizacji. Choć pojęcie nadzoru nie jest dokładnie zdefiniowane w prawie polskim, stanowi ważny element ochrony dziedzictwa kulturowego. Jednakże jego realizacja budzi wątpliwości zarówno pod względem zakresu prac, jak i obowiązków inwestora i archeologa.

Cel: Przedstawiono funkcjonowanie nadzoru archeologicznego przy inwestycjach ciepłowniczych w Rzeszowie oraz omówiono wyzwania i problemy podczas jego praktycznego wykorzystania.

Metody: Analizę oparto na dwóch przykładach nadzorów prowadzonych w 2020 roku przy budowie sieci ciepłowniczych na terenie miasta. Pod uwagę wzięto dokumentację terenową, zakres prac oraz rezultaty nadzorów.

Wnioski: Nadzór archeologiczny, zależy przede wszystkim od współpracy między inwestorem, archeologiem i konserwatorem zabytków, a także od właściwego przygotowania inwestycji. Mimo trudności interpretacyjnych i ekonomicznych, stanowi kluczowy element równowagi między rozwojem infrastruktury a ochroną dziedzictwa kulturowego.

Keywords: archaeology, archaeological supervision, heating connections

Abstract

In the article I discuss the specifics of archaeological supervision during infrastructure investments in Rzeszów and present the problems and challenges accompanying its implementation. Although the concept of supervision is not precisely defined in Polish law, it constitutes an essential element of cultural heritage protection. However, its practical application raises doubts concerning both the scope of work and the responsibilities of the investor and the archaeologist.

Aim: The study aims to present how archaeological supervision functions during district heating investments in Rzeszów and to discuss the challenges and problems encountered in its practical use.

Methods: The analysis I based on two examples of supervision conducted in 2020 during the construction of heating networks within the city. I took into account field documentation, the scope of work, and the results of the supervision.

Conclusions: Archaeological supervision depends primarily on effective cooperation between the investor, the archaeologist, and the heritage conservator, as well as on proper preparation of the investment. Despite interpretative and economic difficulties, it remains a key element in balancing infrastructure development with the protection of cultural heritage.

© Polish Association of Sanitary Engineers and Technicians

Wprowadzenie

W polskim prawie formalnie nie występuje zdefiniowane pojęcie nadzoru archeologicznego. Mimo to w decyzjach Wojewódzkich Konserwatorów Zabytków (WKZ) czasami pojawiają się zapisy o „prowadzeniu badań w formie nadzoru archeologicznego”. W teorii nadzór nie powinien różnić się od standardowych badań ratowniczych, jednakże w praktyce polega on na obecności archeologa podczas prac ziemnych, który kontroluje, czy w trakcie robót nie są odkrywane zabytki archeologiczne (tab. 1). W momencie

ich ujawnienia, archeolog jest zobowiązany do wstrzymania dalszych prac ziemnych, zabezpieczenia znaleziska, wypełnienia dokumentacji oraz zawiadomienia inspektora WKZ. Inspektor podejmuje decyzję o dalszym postępowaniu, również o dalszej potrzebie przeprowadzenia badań ratowniczych, które wymagają osobnego pozwolenia.

Niektórzy inwestorzy interpretują nadzór archeologiczny jako pełnowymiarowe badania archeologiczne, z tą różnicą, że archeolog nadzoruje pracę obecnych tam pracowników, wykonując swoje typowe obowiązki. W takim wypadku archeolog musi dopełnić wszelkich procedur

Tabela 1. Porównanie nadzoru archeologicznego i badań ratowniczych przy pracach budowlanych (źródło: opracowanie własne)
Table 1. Comparison of archaeological supervision and rescue research during construction works (source: prepared by the author)

Cecha	Nadzór archeologiczny	Badania ratownicze
Podstawa prawna – Ustawa z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami art. 36	Wymagany przy robotach w strefie ochrony	Osobne pozwolenie Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków
Zakres	Obserwacja prac ziemnych	Pełne badania wykopaliskowe
Czas	Równoległe z robotami	Wstrzymują roboty
Finansowanie	Inwestor	Inwestor
Dokumentacja	Pełna (opisowa, fotograficzna, rysunkowa)	Pełna (opisowa, fotograficzna, rysunkowa)

badawczych z niewykwalfikowanymi do tego celu pracownikami. Najczęściej wiąże się to z próbą ograniczenia kosztów inwestora.

Celem artykułu jest przedstawienie specyfiki nadzoru archeologicznego przy inwestycjach infrastrukturalnych w Rzeszowie oraz omówienie problemów i wyzwań związanych z ich realizacją. Analizę oparto na przykładach dwóch nadzorów, które przeprowadzono na terenie miasta.

Podstawy prawne

Zgodnie z Ustawą o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami z dnia 23.07.2003 r. (Dz.U. 2003 nr 162 poz. 1568 z późn. zm.) art. 36a. pkt. 2 [14] inwestor prowadzący roboty budowlane, który wnioskuje o pozwolenie na przeprowadzenie robót budowlanych przy wpisanym do rejestru zabytku nieruchomym, jest zobowiązany do zapewnienia nadzoru archeologicznego [5]. Takie pozwolenia wydawane są przez Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków [7], a w samym wniosku o taki dokument nie może zabraknąć wskazania imienia i nazwiska konkretnego archeologa, który przeprowadzi nadzór [10].

Obowiązki inwestora obejmują nie tylko zapewnienie specjalisty na miejscu budowy, ale również sfinansowanie całego procesu, w tym wynagrodzenie archeologa, pokrycie kosztów ewentualnych badań ratowniczych, dokumentacji, analiz i konserwacji pozyskanych zabytków [11]. Aspekt finansowy najczęściej stanowi największy problem i początek wszelkich konfliktów między inwestorem a wykonawcą nadzoru.

Inwestycje w Rzeszowie

Budowa i modernizacja infrastruktury, której częścią są sieci ciepłownicze to istotny element rozwoju każdego współczesnego miasta [2]. Zapewnia komfort i bezpieczeństwo energetyczne każdego mieszkańca. Rzeszów, określany jako Stolica Innowacji i Serce polskiego przemysłu lotniczego, prowadzi liczne inwestycje w zakresie rozbudowy i modernizacji energetycznych [12]. Województwo Podkarpackie znajduje się na 8 miejscu pod względem budownictwa mieszkaniowego (okres styczeń-sierpień 2025 r.), co wskazuje na ciągły, dynamiczny rozwój regionu [13].

Przykłady nadzorów w Rzeszowie

Ciągły rozwój miasta powoduje kolejne prace związane z przyłączami ciepłowniczymi (rys. 1 i 2) [1]. Na rysunku 1 przedstawiono stanowisko archeologiczne Rzeszów 17 (AZP 103-76/56). Ze względu na wielkość stanowiska nr 17 w Rzeszowie (rys. 1), większość prac wymaga nadzoru archeologicznego. Do analizy wybrano dwa przykłady



Rys. 1. Stanowisko archeologiczne Rzeszów 17 (AZP 103-76/56) – obszar stanowiska (opracowanie: Hozer 2015) [8]

Fig. 1. Archaeological site Rzeszów 17 (AZP 103-76/56) – site area (prepared by Hozer 2015) [8]



Rys. 2. Lokalizacja wykopów i przebieg linii ciepłowniczej przy ulicy Plac Ofiar Getta 6 i 7 (źródło: [4])

Fig. 2. Location of excavations and the route of the heating line at Plac Ofiar Getta 6 and 7 (source: [4])

Tabela 2. Wybrane przykłady nadzorów archeologicznych w Rzeszowie (źródło: opracowanie własne)
Table 2. Selected examples of archaeological supervision in Rzeszów (source: prepared by the author)

Data nadzoru	Wykonawca	Lokalizacja	Zawiadujący	Wyniki
20.03-01.04.2020	M. Dołęga („ArchaiA”)	Pl. Ofiar Getta	MPEC	40 fragmentów naczyń glinianych, 5 fragmentów naczynia porcelanowego, 5 fragmentów naczyń i przedmiotów fajansowych, 1 fragment kafła, 2 fragmenty płytek podłogowych oraz 12 fragmentów macew kamiennych.
21.09-06.11.2020	E. Marek („Arkadia”)	Ul. Ligęzy/ Naruszewicza	MPEC	Brak zabytków

nadzorów (tabela 2), które odbyły się w podobnym okresie i na terenie jednego stanowiska.

Pierwszy, analizowany nadzór przeprowadzono w dniach 20.03–01.04.2020 r. przez mgr Magdalenę Dołęgę z Pracowni Badań i Usług Archeologicznych „ArchaiA” Grzegorz Płaskoń. Prace zleciło Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. i dotyczyły one „Budowy przyłączy ciepłych do budynków przy placu Ofiar Getta 6 i 7 na działkach nr ewid. 610, 612/1, 612/2, 612/4 obr. 207 w Rzeszowie” (rys. 2) [4]. Budowa znajdowała się na terenie stanowiska nr 17 w Rzeszowie – osadzie wielokul-

turowej od epoki neolitu do okresu wpływów rzymskich oraz mieście od XIV w. [3].

Podczas nadzoru odkryto wiele zabytków, m. in. 40 fragmentów naczyń glinianych, 12 fragmentów kamiennych macew, co również potwierdziło istnienie na tym terenie dawnego żydowskiego cmentarza. Wszystkie prace archeologiczne w pełni zostały sfinansowane przez firmę MPEC [4].

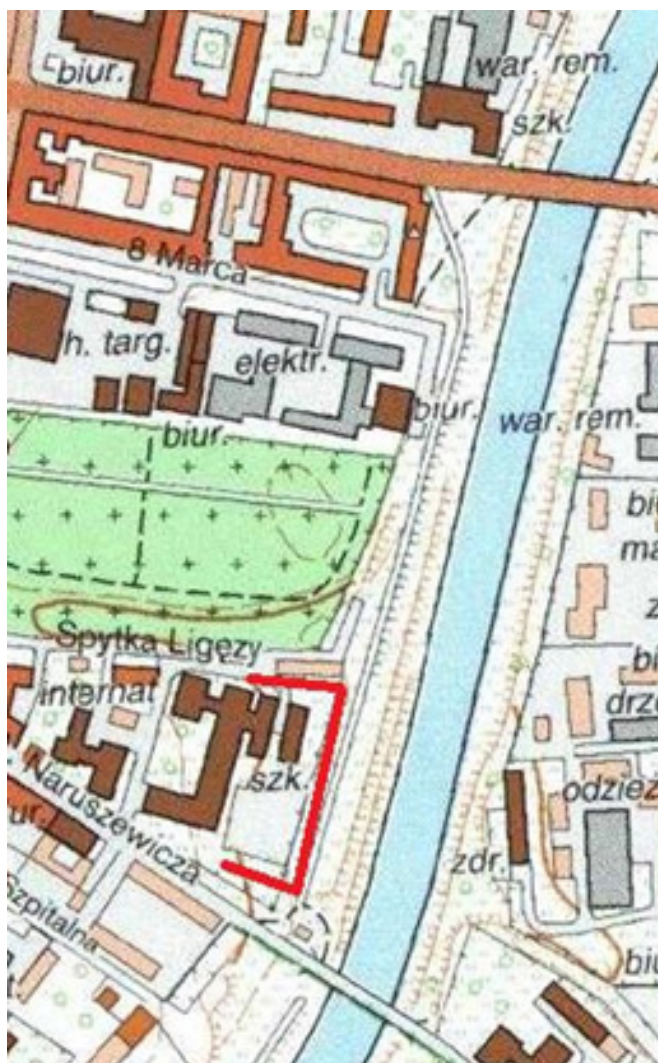
Drugi nadzór przeprowadzono w dniach 21.09–06.11.2020 r. przez mgr Edytę Annę Marek z firmy „Arkadia”, również na zlecenie Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. Prace obejmowały „Przebudowę sieci ciepłowniczych wysokich parametrów od komory M-12 do M-12/1 oraz od M-12/1 do M-12/1/3 wraz z przebudową przyłączy ciepłych do budynku Zespołu Szkół Gospodarczych przy ul. Spytka Ligęzy 12 oraz Sali Gimnastycznej przy ul. Naruszewicza w Rzeszowie” (rys. 3) [9]. Również i ten teren należy do stanowiska nr 17, dlatego też obecność archeologa była wymagana podczas prac budowlanych. Jednakże podczas tego nadzoru nie znaleziono żadnych zabytków, co było niespodziewane. Ze względu na położenie w pobliżu rzeki, osadnictwo powinno być bardziej rozwinięte i pozostawić po sobie jakieś znaleziska archeologiczne. Mimo to archeolog opracował pełną dokumentację fotograficzną, rysunkową i opisową, która potwierdziła brak znalezisk.

Wyzwania i problemy

Największym wyzwaniem dla archeologów podczas nadzorów jest nieprzewidywalność wyników. Nawet szczegółowe analizy, kwerendy przeprowadzone przed rozpoczęciem prac, nie mogą całkowicie zagwarantować natrafienia (lub nie) na artefakty.

W przypadku analizowanych nadzorów różnice mogły wynikać z odmiennego charakteru terenów – dawny teren żydowskiego cmentarza i peryferie stanowiska nr 17. Oczywiście odkrycie obiektów archeologicznych lub nawarstwień kulturowych skutkuje natychmiastowym wstrzymaniem prac, co dla inwestora stanowi ogromny problem; straty finansowe i opóźnienia. Archeolog jest zobowiązany do rzetelnego zadokumentowania i zabezpieczenia wszelkich znalezisk, co skutkuje pracą pod presją czasu.

Innym problemem i wyzwaniem jest ograniczenie w interpretacji. Wykop pod inwestycję ma określone wymiary, dlatego też uchwycenie pełnego kontekstu znalezisk archeologicznych jest bardzo trudne. Archeolog obserwuje



Rys. 3. Lokalizacja nadzoru archeologicznego w skali 1:5000 (źródło: [9])

Fig. 3. Location of excavations in scale 1:5000 (source: [9])

jedynie fragment większej struktury, co utrudnia wnioskowanie o całości znaleziska.

Dobre praktyki

Przeprowadzenie wcześniejszej kwerendy archiwalnej i badań nieinwazyjnych (np. georadar) mogą ograniczyć ryzyko nieprzewidywanych trudności inwestora i zarazem wskazać obszar o podwyższonym prawdopodobieństwie występowania reliktywów archeologicznych. Inwestorzy, którzy planują prace w strefie ochrony konserwatorskiej, powinni przewidzieć w swoim harmonogramie i budżecie rezerwę finansową i czasową na ewentualne badania archeologiczne.

Kluczowe znaczenie ma dialog inwestora, archeologa i konserwatora zabytków. Choć każdy z nich ma inne oczekiwania i cele, dążą wspólnie do jednego – realizacji inwestycji w poszanowaniu dziedzictwa kulturowego.

Konsekwencje braku nadzoru archeologicznego

Oczywiście polskie prawo przewiduje konsekwencje prawne, finansowe i organizacyjne, jeżeli nie zostanie przeprowadzony nadzór archeologiczny na terenie, który go wymaga (tabela 3).

Na podstawie Ustawy o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami prowadzenie prac bez wymaganego nadzoru jest złamaniem przepisów [14]. WKZ może założyć kary administracyjne na inwestora, a także może wstrzymać całą inwestycję. W skrajnych przypadkach inwestor może być również poddany odpowiedzialności karnej. Kary finansowe mogą wynieść więcej niż koszt niedokonanego, a potrzebnego nadzoru. W przypadku zniszczenia lub naruszenia zabytku archeologicznego inwestor może ponieść również odpowiedzialność karną.

Kary finansowe obejmują przestoje na budowie, konieczność ponownego uzyskania pozwoleń, a także koszty związane z pilnymi badaniami ratowniczymi, które po ujawnieniu się zabytków bez nadzoru, muszą zostać przeprowadzone niezwłocznie i często w mniej korzystnych warunkach organizacyjnych [6].

Dodatkowo sam brak nadzoru może prowadzić do nieodwracalnej utraty struktur archeologicznych i artefaktów,

które w kontekście naukowym są źródłem informacji o historii danego obszaru. Z tego powodu nadzór należy postrzegać nie tylko jako obowiązek prawny, ale również jako element odpowiedzialnego i zrównoważonego procesu inwestycyjnego.



Rys. 4. Przykładowy układ warstw na stanowisku nr 17 w Rzeszowie (schemat poglądowy) (źródło: opracowanie własne)

Fig. 4. Example of layer arrangement at site no. 17 in Rzeszów (illustrative diagram) (source: prepared by the author)

Tabela 3. Wybrane, potencjalne konsekwencje braku nadzoru archeologicznego (źródło: opracowanie własne)

Table 3. Selected potential consequences of the lack of archaeological supervision (source: prepared by the author)

Kategoria	Konsekwencje
Prawne	Kary Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków (np. obowiązek przywrócenia stanu poprzedniego), wstrzymanie inwestycji, odpowiedzialność karna (umyślne niszczenie lub uszkodzenie zabytku może skutkować karą pozbawienia wolności od 6 miesięcy do 8 lat – działania umyślne. Niszczenie lub uszkodzenie zabytku przez pomyłkę może skutkować grzywną, karą ograniczenia wolności lub pozbawienia wolności do lat 2).
Finansowe	Opóźnienia, dodatkowe badania, przestoje budowy, kary WKZ (prowadzenie prac bez pozwoleń od 500 do 500 000 zł)
Organizacyjne	Utrata harmonogramu, konieczność nowych pozwoleń
Dziedzictwo	Zniszczenie stanowisk archeologicznych, utrata kontekstu i artefaktów

Wnioski

Nadzór archeologiczny jest kluczowy w rozumieniu, dokumentowaniu i chronieniu warstw kulturowych. Każda z warstw widocznych na rys. 4, niesie inne informacje o historii miejsca – od współczesnych nawarstwień, przez ślady nowożytnych konstrukcji, aż po średniowieczne miasto, osadnictwo pradziejowe i naturalne podłoże geologiczne.

Podczas prac budowlanych warstwy ziemi są nieodwracalnie niszczone, a nadzór pozwala zidentyfikować zabytki, struktury, sprawiając, że historia, która jest zapisana w ziemi nie zniknie bezpowrotnie, lecz zostanie udokumentowana.

Nadzór archeologiczny przy inwestycjach infrastrukturalnych, takich jak budowa sieci ciepłowniczych, jest istotnym elementem ochrony dziedzictwa kulturowego. Brak sprecyzowanego pojęcia w prawie polskim może powodować rozbieżności w interpretacji obowiązków i zakresu prac.

Analiza opisanych nadzorów z terenu Rzeszowa wskazuje, że skuteczność nadzoru zależy od współpracy wszystkich uczestników, ich rzetelnej pracy oraz właściwego przygotowania inwestycji pod kątem archeologicznym. Mimo wielu trudności organizacyjnych i finansowych, nadzór jest niezbędny do rozwoju infrastruktury z ochroną dziedzictwa kulturowego.

Bibliografia

- [1] Chęć, A., & Babiarz, B. (2022). Jakościowa ocena ryzyka projektów inwestycyjnych branży ciepłowniczej. *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja*, 53. DOI 10.15199/9.2022.3.2
- [2] Nowak, L., Kotowicz, D., & Babiarz, B. (2024). Efektywny energetycznie system ciepłowniczy z perspektywy MPEC-Rzeszów Sp. z o. o. *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja*, 55. DOI 10.15199/9.2024.7-8.4
- [3] Żalasińska, K., & Brudnicki, J. (2021). Rejestr zabytków – postępowanie w przedmiocie wpisu do rejestru i skutki objęcia ochroną prawną. *Ochrona zabytków – aspekty materialnoprawne i procesowe, Krajowa Szkoła Administracji Publicznej im. Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej Lecha Kaczyńskiego*, Warszawa
- [4] Dołęga, M. (2020). Sprawozdanie i opracowanie wyników nadzoru archeologicznego nad pracami ziemnymi związanymi z wykonaniem zadania inwestycyjnego pn. „Budowa przyłączy ciepłych do budynków przy placu Ofiar Getta 6 i 7 na działkach nr ewid. 610, 612/1, 612/2, 612/4 obr. 207 w Rzeszowie na terenie stanowiska nr 17 w Rzeszowie” [Raport niepublikowany]. ArchaIA.

- [5] Dutkowska, K. (2021). Decyzje wojewódzkiego konserwatora zabytków wydawane na podstawie art. 36 ust. 1 ustawy o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami oraz w ramach nadzoru konserwatorskiego. *Ochrona zabytków – aspekty materialnoprawne i procesowe, Krajowa Szkoła Administracji Publicznej im. Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej Lecha Kaczyńskiego*, Warszawa, 6-25.
- [6] Generalny Konserwator Zabytków (2019). Wytyczne dotyczące prowadzenia nadzorów archeologicznych, Narodowy Instytut Dziedzictwa, Warszawa
- [7] Jaskólska, W. (2021). Badania archeologiczne i poszukiwania zabytków. *Ochrona zabytków – aspekty materialnoprawne i procesowe, Krajowa Szkoła Administracji Publicznej im. Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej Lecha Kaczyńskiego*, Warszawa
- [8] Paweł, K. (2024). Stan rozpoznania archeologicznego stanowiska Rzeszów 17, *Renowacje i zabytki*, nr 4(92).
- [9] Marek, E. (2020). Sprawozdanie z nadzoru archeologicznego nad inwestycją pn. „Przebudowa sieci ciepłowniczej wysokich parametrów od komory M-12 do M-12/1 oraz od M-12/1 do M-12/1/3 wraz z przebudową przyłączy ciepłych do budynku Zespołu Szkół Gospodarczych przy ul. Spytka Ligęzy 12 oraz sali gimnastycznej przy ul. Naruszevicza w Rzeszowie” [Raport niepublikowany; AZP 103/76/56, stan. 17; układ urbanistyczny miasta Rzeszowa wpisany do rejestru zabytków A-325]. Arkadia.
- [10] Rozporządzenie Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego. (2011, 27 lipca). W sprawie prowadzenia prac konserwatorskich, prac restauratorskich, robót budowlanych, badań konserwatorskich, badań architektonicznych i innych działań przy zabytku wpisanym do rejestru zabytków oraz badań archeologicznych (Dz.U. 2011, nr 165, poz. 987).
- [11] Rozporządzenie Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego. (2018, 2 sierpnia). W sprawie prowadzenia prac konserwatorskich, prac restauratorskich i badań konserwatorskich przy zabytku wpisanym do rejestru zabytków albo na Listę Skarbów Dziedzictwa oraz robót budowlanych, badań architektonicznych i innych działań przy zabytku wpisanym do rejestru zabytków, a także badań archeologicznych i poszukiwań zabytków (Dz.U. 2018, poz. 1609).
- [12] Szruba, M. (2018). Rzeszów stolica innowacji. *Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne*. 7-8.
- [13] Urząd Statystyczny w Lublinie. (2025). Budownictwo mieszkaniowe w okresie styczeń–sierpień 2025 r. Wydział Współpracy z Mediami.
- [14] Sejm Rzeczypospolitej Polskiej. (2003). Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. 2003 nr 162 poz. 1568). <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=wdu20031621568>

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 jakiegokolwiek 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.



Kuter Port – naturalny potencjał

Kuter Port – natural potential



Dr inż. Grzegorz Ojczyk

ORCID ID: 0009-0005-3198-9282

Wydział Inżynierii Środowiska

i Energetyki

Politechnika Krakowska

grzegorz.ojczyk@pk.edu.pl

Słowa kluczowe: zeroemisyjność, odnawialne źródła energii, pompy ciepła, kąpielisko

Streszczenie

Założenia Europejskiego Zielonego Ładu oraz znowelizowanej dyrektywy EPBD wymagają, aby wszystkie nowe budynki były zeroemisyjne, a już istniejące zostały zmodernizowane do 2050 roku. Zeroemisyjność wymusza odejście od tradycyjnych źródeł energii na rzecz technologii opartych na odnawialnych zasobach i ich optymalnym wykorzystaniu. W efekcie systemy energetyczne powinny bazować na rozwiązaniach hybrydowych i możliwie bezinwazyjnym czerpaniu energii z naturalnego środowiska. W artykule przedstawiono naturalne zasoby jakimi dysponuje obszar posiadający zbiorniki z wodą stojącą. Szczegółowej analizie poddano zmiany temperatury wody w ciągu roku, na różnych głębokościach w otwartym akwenu. Opierając się na zebranych danych pomiarowych zaproponowano rozwiązania techniczne pozwalające na optymalne wykorzystanie posiadanych zasobów. Przedstawiona koncepcja projektowa pozwala na zapewnienie energii na cele ogrzewania, chłodzenia i ziębienia kompleksu wypoczynkowo – rekreacyjnego przez cały rok. Analogiczne rozwiązanie z hybrydowymi źródłami energii będą możliwe do zastosowania w obszarach o podobnych zasobach.

Keywords: zero emissions, renewable energy sources, heat pumps, swimming pool

Abstract

The objectives of the European Green Deal and the revised EPBD directive require all new buildings to be zero-emission and existing buildings to be modernised by 2050. Zero-emission requires a shift away from traditional energy sources towards technologies based on renewable resources and their optimal use. As a result, energy systems should be based on hybrid solutions and the least invasive extraction of energy from the natural environment. The article presents the natural resources available in an area with standing water reservoirs. A detailed analysis was conducted of changes in water temperature throughout the year at various depths in an open-water body. Based on the collected measurement data, technical solutions were proposed to optimise the use of available resources. The presented design concept enables the provision of energy for heating, cooling, and refrigeration throughout the year at the leisure and recreation complex. A similar solution with hybrid energy sources will be applicable in areas with comparable resources.

© Polish Association of Sanitary Engineers and Technicians

Ambitne cele Europejskiego Zielonego Ładu [1], odnoszące się do ograniczenia zużycia energii na potrzeby ogrzewania, wyznaczają dziś bardzo wysokie wymagania dla obiektów nowo wznoszonych. Już dyrektywa 2010/31/UE dotycząca charakterystyki energetycznej budynków [2] wprowadziła rygorystyczne normy zużycia energii oraz obowiązek pokrywania znaczącej części zapotrzebowania przez odnawialne źródła energii. Kolejne regulacje – w tym dyrektywa 2024/1275 [3] – idą jeszcze dalej: wszystkie nowe budynki mają być zeroemisyjne, a do roku 2050 cała istniejąca zabudowa w krajach UE powinna zostać poddana modernizacji, aby spełnić ten standard. Ich krajowe implementacje w zakresie wymagań znajdują odzwierciedlenie w prawie budowlanym [4] i rozporządzeniach uszczegółowiających w tym w Warunkach Technicznych [5]. Komisja

Europejska 30 czerwca 2025 roku opublikowała zestaw wytycznych dotyczących implementacji znowelizowanej dyrektywy EPBD, zawierający wersję dokumentu uszczegółowiającego zasady stosowania przepisów dotyczących budynków zeroemisyjnych (tzw. ZEB) [6]. Zeroemisyjność w praktyce oznacza oparcie się na naturalnych zasobach i na odnawialnych źródłach energii. Rodzi to potrzebę szerszego spojrzenia na otoczenie i próbę optymalnego wykorzystania zasobów znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie, którymi możemy dysponować. Sposób ich wykorzystania powinien być możliwie bezinwazyjny dla środowiska lub przy nieznacznym wpływie na środowisko. Oznacza to porzucenie prostych i tradycyjnych rozwiązań w zakresie źródeł energii, takich jak: kotły węglowe, gazowe lub olejowe oraz zwykłe agregaty wody lodowej



KUTER PORT

przystań wielu możliwości
latem i zimą



DOLNY POKŁAD
KUTER PORT



PLAŻA
KUTER PORT



RESTAURACJA
KUTER PORT



DOMKI
KUTER PORT



KEMPING
KUTER PORT



ŁOWISKO
KUTER PORT



REKREACJA
KUTER PORT





Rys. 1. Wizualizacja zagospodarowania ośrodka Kuter Port przed rozbudową
Fig. 1. Visualisation of the development of the Kuter Port centre prior to expansion

chłodzone powietrzem zewnętrznym. Na ich miejsce należy poszukiwać rozwiązań opartych na synergii systemu energetycznego z otoczeniem wraz z zastosowaniem hybrydowych źródeł energii odnawialnej.

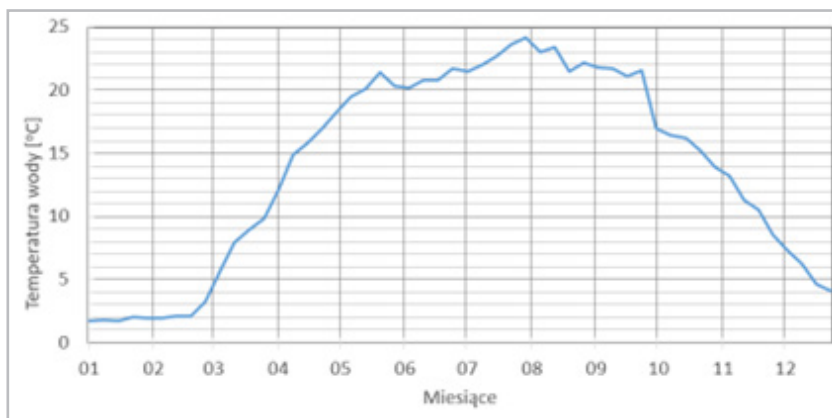
Przykładem miejsca z dużym potencjałem pod względem wykorzystania naturalnych zasobów oraz możliwością zastosowania odnawialnych źródeł energii jest kompleks rekreacyjno-wypoczynkowy Kuter Port położony koło Gdowa (rys.1).

Powstał on w miejscu wyrobisk gdzie przez wiele lat wydobywano piasek i żwir na cele budowlane. Powstałe zagłębienia w gruncie poddano rekultywacji i zagospodarowaniu, które następnie w sposób naturalny napełniły się wodą. Sprzyjał temu relatywnie wysoki poziom wód gruntowych, przepuszczalny grunt i płynąca w pobliżu górską rzeka Raba. Szeroka i płaska dolina spowodowała spowolnienie górskiej rzeki, która przez wieki w sposób naturalny pozostawiała urobek skalny niesiony z jej górnego biegu. Powstałe w ten sposób sztuczne zbiorniki wodne poddano adaptacji do celów rekreacyjnych. Wykonano wokół piaszczyste plaże, łowiska dla wędkarzy oraz wybudowano infrastrukturę gastronomiczną. W kolejnych etapach powstały budynki usługowe, rekreacyjne oraz osiedle domków do wynajęcia. Pierwotnie kompleks miał charakter sezonowy, obecnie jest użytkowany przez cały rok. Obecnie posiada on korty tenisowe, lodowisko, spa, obiekty biurowe i konferencyjne. Planowana jest dalsza rozbudowa o budynki mieszkalne w zabudowie szeregowej i wielorodzinnej. Do spełnienia powyższych zamierzeń konieczne jest wykorzystanie istniejących zasobów do celów energetycznych.

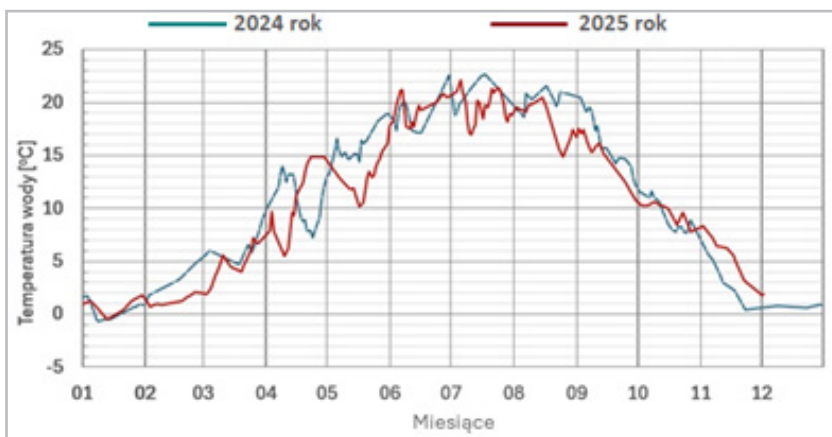
Cennym zasobem kompleksu jest woda w otwartych zbiornikach, która jest dostępna w dużych ilościach. Ich łączna objętość wielokrotnie przekracza potrzeby energetyczne

wybudowanych i planowanych budynków. W ciągu roku temperatura wody waha się w zależności od pory roku, temperatury zewnętrznej, nasłonecznienia i głębokości. Najmniejsze zmiany temperatury wody stwierdzono przy dnie na głębokości 4 m i niżej. Jej temperatura (t_w) jest stabilna i wynosi ok. 8 °C, jedynie w okresie zimy nieznacznie się obniża. Wynika to z dużej pojemności cieplnej wody w akwenu oraz znacznej bezwładności w przekazywaniu ciepła od wody do powietrza zewnętrznego. Należy to wiązać z występującymi od kilkunastu lat łagodnymi zimami, gdzie temperatura na zewnątrz nie osiąga wartości obliczeniowych dla III strefy klimatycznej $t_e = -20\text{ °C}$ [7], a jeżeli osiąga, to na krótko i ma to charakter lokalny. Na temperaturę wody przy dnie wpływa średnia temperatura powietrza

zewnętrznego, szczególnie w sezonie grzewczym, gdy jej wartość jest niższa od temperatury wody ($t_e < t_w$). Występuje wówczas naturalna cyrkulacja, podczas której zimna woda z warstw tuż przy powierzchni naturalnie opada na dno, obniżając temperaturę wody przy dnie. Opadająca zimna woda z górnych warstw miesza się z cieplejszą wodą z głębszych warstw, w wyniku czego zmiana temperatury przy dnie jest nieduża. Dodatkowo energia z wnętrza ziemi kompensuje ubytek części ciepła, redukując



Rys. 2. Zmiany temperatury w kąpielisku poniżej lustra wody w roku 2020 [8]
Fig. 2. Temperature changes in the bathing water below the water surface in 2020 [8]



Rys. 3. Zmiany temperatury w kąpielisku przy powierzchni lustra wody [8]
Fig. 3. Temperature changes in the bathing area at the water surface [8]

wpływ zimnego powietrza nad powierzchnią wody na temperaturę wody przy dnie. W opisany powyżej sposób, na drodze konwekcji naturalnej woda w zbiorniku powoli oddaje ciepło do otoczenia, obniżając swoją temperaturę. Odzwierciedla to wykres zmian temperatury wody na głębokości 1–1,5 m (rys. 2).

Jeżeli temperatura powietrza zewnętrznego jest wyższa niż temperatura wody ($t_e > t_w$) oraz woda ma temperaturę wyższą niż 4 °C, wówczas można zaobserwować naturalną stratyfikację temperatury wody w akwenu. Na powierzchni lustra, temperatura wody jest nieznacznie niższa niż temperatura powietrza zewnętrznego, zaś temperatura wody przy dnie jest zbliżona do 8 °C.

W rejonie Kuter Portu średnia temperatura powietrza zewnętrznego wynosi $t_e^r = 7,6$ °C [9] i spada w sezonie grzewczym do wartości ok. $t_e^{sg} = 3,4$ °C [10]. W okresie zaś niskich temperatur ($t_e < 8$ °C) średnia temperatura powietrza zewnętrznego wynosi $t_e^n = 1$ °C [10]. Ma to bezpośredni wpływ na temperaturę wody w płytkiej części akwenu. Na temperaturę wody mają wpływ także inne czynniki, takie jak: natężenie promieniowania słonecznego, wiatr oraz opady atmosferyczne. Największe wahania temperatury wody występują przy jej powierzchni (rys. 3).

Zauważono natomiast, że w płytkiej części kąpieliska, gdzie głębokość wody jest mała i nie przekracza 4 m, przy niskiej temperaturze powietrza zewnętrznego temperatura wody przy dnie obniża się do ok. 4 °C. Związane jest to z konwersją zależności między temperaturą a gęstością wody. Przy 4 °C występuje punkt przegięcia gęstości wody w funkcji temperatury i woda ma największą gęstość w stanie ciekłym przy ciśnieniu atmosferycznym, która wynosi $\rho_w = 999,97$ kg/m³. Woda o tej temperaturze opada na dno, zaś chłodniejsza woda jako lżejsza unosi się ku górze zmniejszając wychłodzenie akwenu. Dalsze chłodzenie wody przez powietrze zewnętrzne powoduje powstanie warstwy lodu na powierzchni, co potwierdzają pomiary (rys. 3). Przez krótki okres w styczniu 2024 i 2025 roku powierzchnia wody w kąpielisku pokryła się lodem.

Wykonane pomiary temperatury wody na różnych głębokościach realizowane przez kilka lat wskazują na duży potencjał kąpieliska w zakresie wykorzystania go jako dolnego źródła ciepła dla pomp ciepła typu woda-woda lub glikol-woda. Niekorzystne obniżenie temperatury wody dla pomp ciepła typu woda-woda ($t_w < 8$ °C) następuje jedynie w płytkich zbiornikach o głębokości do 4 m. Obejmują one kluczowe miesiące w sezonie grzewczym, począwszy od listopada do kwietnia (rys. 2, 3). W tym okresie w płytkiej części kąpieliska możliwe jest wykorzystanie tylko pomp ciepła typu glikol-woda z rurowymi wymiennikami ciepła. Ułożenie rur wymiennika na dnie pozwoli oziębć wodę poniżej 4 °C, która jako lżejsza wypłynie ku górze. Spowoduje to wyrównanie temperatury na całej wysokości wody w całej przestrzeni płytkiego zbiornika. Zastosowanie pomp ciepła typu glikol-woda, pozwala także na obniżenie temperatury po stronie wody do poziomu 0 °C i poniżej. Wówczas należy się liczyć z obrastaniem wymiennika ciepła warstwą lodu od strony zewnętrznej. Spowoduje to pozyskanie dodatkowego ciepła przemiany fazowej związanego z zamarzaniem wody. Duża ilość ciepła utajonego uzyskanego z zamrożenia 1 kg wody wynoszącego $Q_u = 334$ kJ w stosunku do ciepła jawnego uzyskanego z oziębienia 1 kg wody od 10 °C do 0 °C wynoszące ok. 42 kJ może wydać się atrakcyjna. Należy jednak brać pod uwagę, że tylko nieznaczna część wody zawartej w zbiorniku może zostać za-

mrożona. Z każdym milimetrem warstwy lodu na powierzchni zewnętrznej wymiennika ciepła, będzie rósł opór wymiany ciepła pomiędzy wodnym roztworem glikolu w wymienniku ciepła a wodą w kąpielisku. Aby rozważyć istotny przyrost masy lodu powstałego w trakcie pracy wymiennika zanurzonego w wodzie należy znacząco zwiększyć powierzchnię wymiany ciepła. Zwiększenie powierzchni ziębiącej wymiennika ciepła można uzyskać przez zastosowanie ożebrowania zewnętrznego lub przez wydłużenie rur, z których jest wykonany wymiennik. Nie należy jednak rezygnować z możliwości częściowego zamrażania wody. W najzimniejszych miesiącach sezonu grzewczego, takich jak styczeń i luty temperatura wody na głębokości 1 m–1,5 m może spaść do poziomu ok. 2 °C (rys. 2). Zmrażanie wody w tym okresie może stanowić zabezpieczenie i asekurację dla zapewnienia ciągłości dostaw energii z dolnego źródła pompy ciepła.

Aby zapewnić poprawną pracę pompy ciepła przez cały sezon grzewczy dla urządzeń typu woda-woda lub glikol-woda z separacyjnym wymiennikiem ciepła należy pobierać wodę na poziomie dna przy głębokości 4 i więcej metrów. Temperatura wody będzie na poziomie 8 °C prawie przez cały sezon grzewczy, co zapewni bezpieczne użytkowanie pomp ciepła bez niebezpieczeństwa zbliżenia się do temperatury zamarzania wody. Jednocześnie będzie zachowane wyższe COP pompy ciepła w sezonie grzewczym w stosunku do pompy korzystającej z płytkiego zbiornika wody o temperaturze wody na poziomie 4 °C. Dla pompy ciepła pracującej przez cały rok, która przygotowuje czynnik grzewczy na potrzeby c.w.u. lub na inne potrzeby warto rozważyć dwie wysokości poboru wody.

W środku sezonu grzewczego na poziomie dna kąpieliska, poza tym okresem 1 m–1,5 m poniżej poziomu lustra wody. Pobór wody z wyższego poziomu będzie uzasadniony w okresach, gdy temperatura wody będzie wyższa niż 8 °C w górnej części zbiornika. Dla roku 2020 byłby to okres od końca marca do połowy listopada (rys. 2). Przełączanie miejsca poboru powinno być zautomatyzowane w funkcji temperatury czerpanej wody.

Domki mogą być użytkowane przez cały rok (rys. 4). Zaprojektowano w nich instalację centralnego ogrzewania z grzejnikami podłogowymi, ściennymi oraz sufitowymi. Ich przeszklona elewacja przy niskich temperaturach zewnętrznych w ciągu dnia zapewnia zyski ciepła wspomagające instalację centralnego ogrzewania. W okresie wiosny, lata i początku jesieni domki wymagają okreso-



Rys. 4. Przykładowy domek kompleksu wypoczynkowego
Fig. 4. Example of a holiday cottage in a holiday resort

wo chłodzenia. Duża powierzchnia grzejników zapewnia pasywne pochłanianie zysków ciepła od padającego promieniowania słonecznego. Zaabsorbowane ciepło należy odprowadzić z wykorzystaniem instalacji wodnej centralnego ogrzewania. Wówczas instalację należy zasilć czynnikiem chłodzącym zapewniającym temperaturę powietrzni grzejnika powyżej punktu rosy.

Aby nie następowało wykroplenie się pary wodnej na powierzchni grzejników płaszczyznowych, czynnik chłodzący nie powinien mieć niższej temperatury niż 16°C–18°C [11], przy przeciętnej wilgotności powietrza zewnętrznego latem. Czynnikiem chłodzącym w instalacji centralnego ogrzewania z grzejnikami płaszczyznowymi może być woda z kąpieliska. Woda pobierana przy powierzchni lustra tylko w krótkim okresie będzie przydatna do odbierania zysków ciepła od domków. W 2024 roku mógłby to być okres od marca do czerwca oraz od połowy września (rys. 3). W 2025 roku byłby to krótszy okres, za sprawą wyższej temperatury wody w kąpielisku. Przy wykorzystaniu wody z głębokich pokładów na poziomie 4 m i więcej, gdzie temperatura wody jest na poziomie 8°C ten okres mógłby się wydłużyć. Przy utrzymaniu się temperatury czepanej wody poniżej 15°C byłoby możliwe chłodzenie domków chłodem z kąpieliska przez cały rok.

Opisane zasoby naturalne Kuter Portu wskazują, że pozyskanie energii w okresie całorocznym będzie wymagać zastosowanie pompy ciepła. Może to być pompa woda-woda lub glikol-woda. Ze względu na swoją specyfikę kompleks przez cały rok ma zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową oraz ciepło do zasilenia instalacji centralnego ogrzewania w domkach. Pomieszczenia klimatyzowane wymagają chłodzenia. Jako czynnik chłodzący należy przyjąć wodę lodową o temperaturze zasilania nie wyższej jak 12°C. Rozwiązaniem kompromisowym może być wentylacja schładzająca o temperaturze zasilania nie wyższej niż 15°C, wspomagana przez chłodzenie płaszczyznowe. Instalacje chłodzenia płaszczyznowego w domkach wymagają czynnika chłodzącego o maksymalnej temperaturze 18°C. Do ochłodzenia powietrza zewnętrznego domki wyposażone zostały w klimakonwektory wentylatorowe. Przy ich wymiarowaniu, przyjęto temperaturę wody lodowej 15°C.

Można zauważyć, że w zakresie zapotrzebowania na czynnik chłodzący występuje koherencja w okresie wiosny, lata i początku jesieni. W tym okresie występuje jednocześnie zapotrzebowanie na grzanie oraz chłodzenie. Jedynie w se-

zonie grzewczym występują okresy, podczas których występuje wyłącznie zapotrzebowanie na grzanie. Jednoczesne zapotrzebowanie na grzanie i chłodzenie w sposób szczególny wskazuje na pompę ciepła jako źródło energii dla instalacji w kompleksie wypoczynkowo-rekreacyjnym. Należy zauważyć, że w tym okresie możemy liczyć na duże nasłonecznienie, a więc pompa ciepła może być zasilana przez instalację fotowoltaiczną połączoną z siecią elektroenergetyczną.

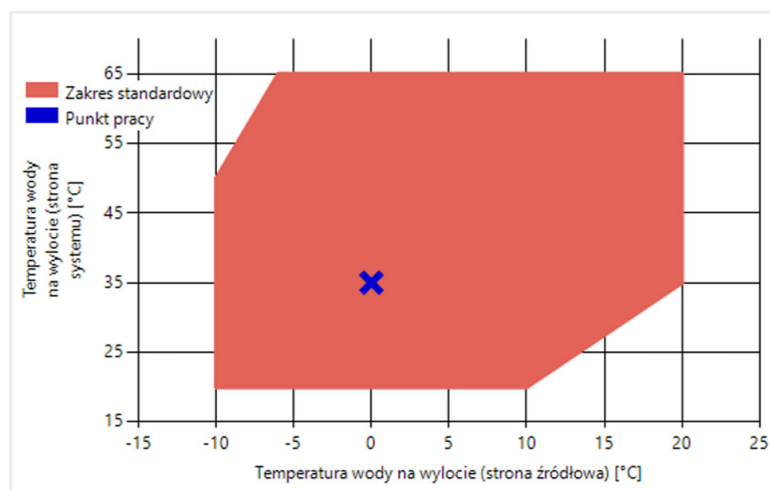
Zważywszy, że część inwestycji już została zrealizowana warto przeanalizować wskaźniki jakościowe jednej z zainstalowanych pomp ciepła WRK0550 HL firmy Aermec. Jest to pompa ciepła typu glikol-woda z dwoma sprężarkami typu Scroll, z możliwością rewersji obiegu chłodzącego o szerokiej kopercie pracy (rys. 5). O parametrach w warunkach B0W35, przy widelkach temperaturowych górnego źródła $\Delta t_g = 5^\circ\text{C}$ i dolnego źródła $\Delta t_d = 3^\circ\text{C}$, moc grzewcza: 112,7 kW, moc chłodnicza: 89,3 kW, moc elektryczna: 23,4 kW.

Zastosowana pompa ciepła jest w stanie dostarczyć czynnik grzewczy w na potrzeby ogrzewania niskotemperaturowego oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej. Parametry pracy parowacza pozwalają dostarczyć wodę lodową w szerokim zakresie temperatury. Dla różnych trybów pracy zebrano parametry techniczne pracy pompy ciepła na podstawie kart doborowych producenta (tab. 1).

Szeroki zakres temperatury źródła ciepła i chłodu jaki jest wymagany, aby zasilć różne instalacje przez cały rok wymusza pracę pompy ciepła w różnych trybach. Podstawowymi trybami pracy pompy ciepła w zakresie grzania są tryby B-10/W35, B0/W35, B5/W35, B10/W35 i B15/W35. W każdym z nich przyjęto stałą temperaturę górnego źródła na poziomie 35°C. Przy tej temperaturze pracuje ogrzewanie płaszczyznowe oraz instalacja wstępnego podgrzania wody użytkowej. Wybór trybu z wymienionych zależy od temperatury wody w kąpielisku. Dla każdego z nich poza B-10/W35 przewidziany jest tryb krótkotrwały przy temperaturze górnego źródła W65. Jego zadaniem jest podniesienie temperatury wody wstępnie podgrzanej w zasobnikach ciepłej wody użytkowej do temperatury 60°C.

Na potrzeby ziębienia w warunkach pracy instalacji grzewczej lub wstępnego przygotowania ciepłej wody użytkowej są przeznaczone tryby B10/W35, B15/W35, B20/W35. Wybór jednego z nich zależy od wymaganej temperatury wody lodowej oraz wielkości zysków ciepła instalacji klimatyzacji oraz instalacji chłodzenia płaszczyznowego. Jeżeli nie występuje potrzeba dostarczania ciepła przez pompę ciepła, a występuje zapotrzebowanie na ziębienie, wówczas ma zastosowanie tryb B10/W20. Wyjście dolnego źródła pompy ciepła zasilą instalację wody lodowej, zaś zrzut ciepła ze skraplacza pompy ciepła realizowany jest do kąpieliska.

W projekcie instalacji z pompami ciepła przewidziano specjalny tryb pracy B-10/W20. Jego zadaniem jest zasilanie instalacji ziębienia lodowiska, przy braku zapotrzebowania na ciepło. Zrzut ciepła z parowacza pompy ciepła realizowany jest do kąpieliska. W sezonie grzewczym w praktyce jest to rzadki przypadek, dlatego należy go traktować jako opcję. Najczęściej przy zasilaniu lodowiska ma zastosowanie tryb B-10/W35. Jeżeli pompa ciepła pracuje przy temperaturze dolnego źródła



Rys. 5. Zmiany pracy pompy ciepła [12]
Fig. 5. Heat pump operating range [12]

Tabela 1. Parametry techniczne pracy pompy ciepła dla różnych trybów
Table 1. Technical parameters of heat pump operation for different modes

Tryb pracy	B-10/W20	B-10/W35	B0/W35	B5/W35	B10/W35	B15/W35	B20/W35	B10/W20
t_d	-10	-10	0	5	10	15	20	10
t_g	20	35	35	35	35	35	35	35
Q_g	84,9	88,0	112,7	126,7	141,8	158,2	175,6	175,6
P_e	16,6	23,0	23,4	23,4	23,3	23,2	22,9	22,9
Q_d	68,3	65,0	89,3	103,3	118,5	135,0	152,7	152,7
COP	5,11	3,83	4,82	5,41	6,08	6,82	7,68	7,68
Δt_d	3	3	3	3	3	3	3	3
Δt_g	5	5	5	5	5	5	5	5

Gdzie: t_d – temperatura pracy dolnego źródła ciepła, °C, t_g – temperatura pracy górnego źródła ciepła, °C, Q_g – moc cieplna górnego źródła ciepła, kW, P_e – moc elektryczna do napędu, kW, Q_d – moc cieplna dolnego źródła ciepła, kW, COP – współczynnik efektywności energetycznej, Δt_g – różnica temperatury pracy górnego źródła ciepła, °C, Δt_d – różnica temperatur pracy dolnego źródła ciepła, °C.

-10°C, nie jest możliwe uzyskanie temperatury czynnika grzewczego wystarczającej do podgrzania c.w.u. do temperatury wynikającej z warunków technicznych [5] 55°C–60°C. Wymienione ograniczenie wynika z zakresu pracy pompy ciepła (rys. 5).

Szczegółowe informacje związane z zastosowanymi rozwiązaniami technicznymi oraz zapotrzebowaniem na energię na cele grzewcze, chłodnicze oraz energię elektryczną zostaną przedstawione w następnym artykule.

Rozeznanie oraz próba znalezienia naturalnego potencjału w zakresie zasobów naturalnych może przynieść wielorakie korzyści. Przykładem jest kompleks wypoczynkowo-rekreacyjny Kuter Port koło Gdowa. W miejscu zdegradowanym pod względem ekologicznym udało się przywrócić harmonię w ekosystemie przy jednoczesnym spożytkowaniu nieużytków na cele rekreacyjne i wypoczynkowe. Wykorzystano także naturalne zasoby do celów energetycznych przy minimalnej ingerencji w ekosystem. System energetyczny w zakresie potrzeb kąpieliska jest w znacznej części niezależny energetycznie. Zastosowane źródła energii odnawialnej w połączeniu z naturalnymi zasobami uzyskują wysoką efektywność w szerokim zakresie pracy, mierzone współczynnikiem COP (tab. 1.). Podobne rozwiązania można stosować na obszarach o podobnych zasobach oraz obiektach o podobnych funkcjach.

Bibliografia

- [1] European Commission. (2019). Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów: Europejski Zielony Ład (COM(2019) 640 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>
- [2] European Parliament and Council of the European Union. (2010). Dyrektywa 2010/31/UE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Dz. Urz. UE L 153, 18.06.2010, s. 13–35). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:32010L0031>
- [3] European Parliament and Council of the European Union. (2024). Dyrektywa (UE) 2024/1275 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 24 kwietnia 2024 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona) (Dz. Urz. UE L, 2024/1275). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:32024L1275>
- [4] Sejm Rzeczypospolitej Polskiej. (1994). Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz. U. 1994 nr 89 poz. 414). <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=wdu19940890414>
- [5] Sejm Rzeczypospolitej Polskiej. (2002). Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2002 nr 75 poz. 690). <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=wdu20020750690>
- [6] European Commission. (2024). Zero-emission buildings (Articles 7 and 11) – Annex VII. European Commission. https://energy.ec.europa.eu/document/download/24516ed2-177f-474c-b86d-5124cca4ee69_en
- [7] Polski Komitet Normalizacyjny. (1982). PN-B-02403:1982. Ogrzewnictwo – Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.
- [8] Dane pomiarowe temperatury wody w kąpielisku dostępne w Kuter Port
- [9] Polski Komitet Normalizacyjny. (2006). PN-EN 12831:2006. Instalacje ogrzewcze w budynkach – Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
- [10] Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. (b.d.). Normy klimatyczne. Pobrano 2 listopada 2025 z <https://klimat.imgw.pl/pl/climate-normals/>
- [11] Herz Armatura i Systemy Grzewcze. (b.d.). Materiały techniczne. Herz Armatura i Systemy Grzewcze Sp. z o.o.
- [12] Aermec. (b.d.). Materiały techniczne. Aermec S.p.A.

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 jakiegokolwiek 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.



Analiza wybranego obszaru miasta Wrocław pod względem zastosowanych urządzeń chłodniczych

Analysis of a Selected Area of Wrocław in the Context of Cooling Devices



Dr inż. Juliusz Walaszczyk

ORCID ID: 0000-0002-2411-7364
Wydział Inżynierii Środowiska,
Politechnika Wrocławska
juliusz.walaszczyk@pwr.edu.pl



Mgr inż. Weronika Michalak

Słowa kluczowe: wentylacja, klimatyzacja, chłodnictwo, jednostki typy split, czynniki chłodnicze

Streszczenie

Wprowadzenie: Współcześnie bardzo duży nacisk kładzie się na poprawę efektywności urządzeń odpowiadających za chłodzenie budynków oraz w efekcie na obniżenie zużycia energii elektrycznej. W procesie podnoszenia efektywności oraz dążenia do neutralności klimatycznej, cenna może okazać się wiedza, jak wygląda obecnie rynek urządzeń chłodzących w środowisku miejskim.

Cel: Dostarczenie podstawowej wiedzy na temat technologii chłodzenia wykorzystywanych w wybranej dzielnicy miasta Wrocław. Ocena spotykanych na terenie miasta systemów pod kątem nominalnej mocy chłodniczej, sposobu montażu oraz stosowanych czynników chłodniczych.

Metody: Przeprowadzono badania terenowe w dzielnicy Przedmieście Oławskie, identyfikując jednostki zewnętrzne. Oprócz zebrania danych nominalnych deklarowanych przez producentów, dokonano oszacowania zacienienia oraz kierunku geograficznego, na jaki skraplacze były zwrócone.

Wnioski: Zinventaryzowano 150 jednostek zewnętrznych, w tym 146 układów typu split lub multi split. Przeprowadzone badania potwierdzają, że układy klimatyzacji typu split są tak samo popularne zarówno w starszym budownictwie, jak i w nowym. Większość systemów chłodzenia na przebadanym obszarze pracuje na czynniku chłodniczym R410A (53% jednostek). Drugi najpopularniejszy czynnik to R32 (44% urządzeń). Chłodzenie pomieszczeń w najstarszych budynkach jest zorientowane na niewielkie zapotrzebowanie na energię do chłodzenia i, co zaskakujące, przy wykorzystaniu najbardziej ekologicznej technologii.

Keywords: ventilation, air conditioning, cooling, split units, refrigerants

Abstract

Introduction: Nowadays, considerable emphasis is placed on improving the efficiency of devices responsible for cooling buildings and, consequently, on reducing electricity consumption. In the process of enhancing efficiency and striving for climate neutrality, it may prove valuable to understand the current state of the cooling equipment market in urban environments.

Aim: To provide basic knowledge about cooling technologies used in a selected district of the city of Wrocław. To assess the systems found in the city in terms of nominal cooling capacity, installation methods, and the refrigerants employed.

Methods: Field research was carried out in the Przedmieście Oławskie district, identifying outdoor units. In addition to collecting nominal data declared by manufacturers, an estimation was made of shading and the geographical orientation of the condensers.

Conclusions: A total of 150 outdoor units were inventoried, including 146 split or multi-split systems. The study confirms that split-type air conditioning systems are equally popular in both older and newer buildings. Most cooling systems in the surveyed area operate using the refrigerant R410A (53% of units). The second most common refrigerant is R32 (44% of devices). Cooling in the oldest buildings is designed for low energy demand and, surprisingly, utilises the most environmentally friendly technology.

© Polish Association of Sanitary Engineers and Technicians

Wstęp

Systemy chłodnicze

Obecnie na świecie działa około 2 miliardów jednostek klimatyzacyjnych, co sprawia, że chłodzenie przestrzeni jest jednym z głównych czynników wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną w budynkach [5]. Chłodzenie

stanowi około 10% światowego zapotrzebowania na energię elektryczną [4]. Zmiany klimatyczne, rosnące temperatury oraz rozwój sektora usługowego i mieszkaniowego w dużych miastach takich jak np. Wrocław, przyczyniają się do zwiększonego zapotrzebowania na nowoczesne rozwiązania klimatyzacyjne. Zgodnie z wynikami badań, Polska Zachodnia, w której znajduje się Wrocław, w całym zakresie szerokości geograficznej, narażona jest na długotrwa-

łe występowanie temperatury powietrza powyżej $+30^{\circ}\text{C}$. Zachodzące zmiany powinny mieć odzwierciedlenie w podejściu do projektowania instalacji [15].

Splity i multisplity

Obecnie na rynku branżowym istnieje wiele możliwości dostarczania do pomieszczeń chłodu. Jednym z najbardziej popularnych sposobów jest zamontowanie klimatyzatora typu split albo multi split. Składa się on z naściennej jednostki wewnętrznej oraz zewnętrznej, którą zazwyczaj montuje się na elewacji budynku, dachu, balkonie lub bezpośrednio na ziemi. Jednostki są połączone elektrycznym systemem sterowania oraz przewodami, które umożliwiają transport czynnika chłodniczego. Składają się z dwóch głównych części – sprężarki (skraplacza) znajdującej się na zewnątrz oraz wewnętrznej jednostki wylotowej powietrza. W sytuacji, gdy układ powinien obsługiwać kilka pomieszczeń stosuje się rozwiązanie nazywane multi split. Składa się ono z maksymalnie pięciu jednostek wewnętrznych współpracujących z jedną jednostką zewnętrzną [3].

Czynniki chłodnicze

Czynniki chłodnicze znajdują się w obiegu zamkniętym i podczas działania urządzenia podlegają cyklicznym wymuszonym zmianom ciśnienia. W ten sposób zapewniają techniczną możliwość pochłaniania, przenoszenia i oddawania ciepła. Często jednak korzystne właściwości termodynamiczne poszczególnych czynników wiążą się z negatywnym wpływem na środowisko naturalne. Szczególnie niebezpieczne są rozszczelnienia, w wyniku których czynnik wydostaje się do atmosfery. Niejednokrotnie, ta sama masa gazu wydostającego się z układu chłodzenia, może powodować dziesiątki lub setki razy większy efekt środowiskowy, niż ta masa dwutlenku węgla. Dlatego współcześnie każdy czynnik chłodniczy oznacza się wskaźnikiem potencjału tworzenia efektu cieplarnianego (GWP), odnoszonego właśnie do CO_2 . Wskaźnik GWP dla dwutlenku węgla wynosi 1.

W zależności od pochodzenia, czynniki chłodnicze dzielą się na syntetyczne oraz naturalne. Czynnik syntetyczny to substancja opracowana i stworzona przez człowieka. Czynniki syntetyczne mogą być jednorodne lub niejednorodne. W tej pierwszej grupie znajdują się wszystkie freony, czyli chloropochodne i fluoropochodne łańcuchowe węglowodory nasycone. Są to np.: R22 (chlorodifluorometan) i R132a (tetrafluoroetan). Substancje te mają wysoką szkodliwość, dlatego obecnie odchodzi się od ich stosowania. W grupie niejednorodnych substancji znajdują się mieszaniny takie jak azeotropy i zeotropy. Są one bezpieczniejsze niż freony. Przykłady takich substancji to R500 (mieszanina dichlorodifluorometanu i difluoroetanu), R502 (chlorofluorowęglowodory) i R410A (hydrofluorowęglowodory).

Naturalne czynniki chłodnicze powstają w wyniku naturalnych procesów i stanowią ekologiczną alternatywę dla płynów syntetycznych. Takimi czynnikami może być przykładowo izobutan, propan, propylen oraz dwutlenek węgla [6].

Walka z globalnym ociepleniem wiąże się z działaniami modernizacyjnymi nie tylko energetyki i transportu, ale również branży chłodniczej. Proces transformacji przechodzą lodówki i urządzenia klimatyzacyjne, zwłaszcza te,

które wykorzystują płyny chłodnicze pochodzące właśnie z grupy syntetycznych. Prawodawstwo, w tym rozporządzenie 517/2014 Parlamentu Europejskiego, wprowadzało ograniczenie możliwości korzystania z F-gazów. Zastępujące je najnowsze rozporządzenie 573/2024 zakłada już całkowitą rezygnację z F-gazów do roku 2050. Ponadto od stycznia 2025 roku zakazana jest sprzedaż m.in. pojedynczych klimatyzacji typu split zawierających poniżej 3 kg fluorowanych gazów cieplarnianych o GWP równym 750 lub większym [14].

Poprawa efektywności układów (typu split)

Użytkownicy klimatyzatorów i systemów chłodniczych powinni dążyć do tego, aby ich systemy działały niezawodnie i efektywnie. Potrzebna jest konkretna wiedza i praktyczne wskazówki na ten temat. W ramach niniejszego artykułu dokonano przeglądu literatury w celu zidentyfikowania metod, które według badań prowadzą do wzrostu wartości wskaźnika EER.

Zastosowanie zacielenia – Jest to metoda, która ma na celu ochronić jednostkę zewnętrzną przez bezpośrednim działaniem promieni słonecznych, a w szczególności zapobiec nagrzaniu się obudowy i powierzchni skraplacza. Zacielenie eliminuje obciążenie cieplne i poprawia efektywność. W niektórych przypadkach może wystarczać zastosowanie prostej konstrukcji, która będzie rzucać cień na urządzenie w godzinach największego nasłonecznienia. Istotne, aby konstrukcja nie ograniczała swobodnego przepływu powietrza przez urządzenie. Mimo, że producenci klimatyzacji raczej zalecają montaż skraplaczy w miejscach nie narażonych na bezpośrednie promienie słoneczne, to na podstawie badań [2] oszacowano, że rzeczywisty wzrost wydajności w wyniku zacielenia prawdopodobnie nie przekroczy 1%.

Heat Pipe (rurki cieplne) – Zastosowanie rurek cieplnych przy skraplaczu jednostki zewnętrznej ma na celu usprawnienie procesu oddawania ciepła do otoczenia [11]. Rurki cieplne, jako pasywne i wysoce efektywne elementy, odbierają ciepło bezpośrednio z gorącego czynnika chłodniczego w skraplaczu i rozpraszają je na większej powierzchni wymiennika. Dzięki temu wymiana ciepła z otoczeniem jest znacznie wydajniejsza. W rezultacie spada zużycie energii elektrycznej przez sprężarkę, wzrasta efektywność energetyczna urządzenia (EER) i zwiększa się jego niezawodność.

Zastosowanie chłodzenia wyparnego – Metoda ta jest stosowana do schłodzenia powietrza dostarczanego do jednostki zewnętrznej (skraplacza). Idea polega na umieszczeniu systemu ewaporacyjnego w strumieniu powietrza zasysanego przez wentylator. Może to być np. mata ewaporacyjna, system zraszaczy bądź mgły oraz zwilżanie powierzchni wymiennika. W wyniku zastosowania tego systemu temperatura powietrza zostaje obniżona przed dotarciem do skraplacza. Dzięki zastosowaniu tej metody zwiększy się efektywność energetyczna jednostki zewnętrznej. W publikacji [9] stwierdza się, że zastosowanie odparowujących wkładek chłodzących zmniejsza zużycie energii o 11,4%, przy jednoczesnym wzroście COP o 10%. Jednak chłodzenie wyparne ma swoje wady, do których należy osadzanie się kamienia lub innych osadów, ryzyko korozji i możliwość wystąpienia chorobotwórczych mikroorganizmów.

Miejska wyspa ciepła

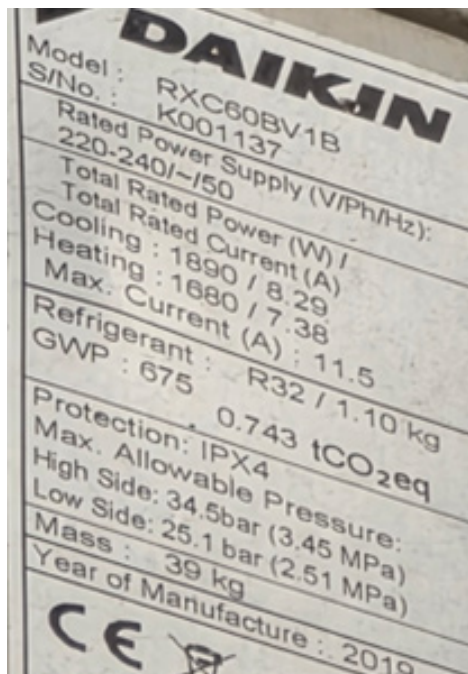
Miasto Wrocław znajduje się w II strefie klimatycznej Polski oraz w strefie klimatu umiarkowanego ciepłego przejściowego. Jest bardzo gęsto zabudowane, czego przykładem są bloki, kamienice oraz biurowce usytuowane blisko siebie. Bardzo mocno rozwija się tu również budownictwo wielorodzinne. Zagęszczone miasta mają ograniczoną cyrkulację powietrza, co skutkuje brakiem odprowadzania nagrzanego powietrza. Co więcej ściany budynków, asfalt i beton są to powierzchnie, które akumulują ciepło. Zgromadzone ciepło zostaje oddane do otoczenia w nocy, przez co temperatura w mieście jest wyższa niż poza nim. We Wrocławiu jest również bardzo bogato rozwinięty węzeł komunikacyjny. Ma rozbudowaną sieć dróg, autostrady oraz zwiększony ruch samochodowy. Wszystkie te czynniki wpływają na występowanie efektu miejskiej wyspy ciepła. Zjawisko to polega na podwyższeniu temperatury w mieście w stosunku do terenów je otaczających. W rzeczywistości temperatura w dzień w mieście nie jest znacząco wyższa niż za miastem, ale dla mieszkańców odczucie gorąca jest bardziej dotkliwe. Dzieje się tak dlatego, że odczuwana jest nie tylko temperatura powietrza, ale również promieniowanie ciepłe, które emituje np.: nagrzany od Słońca plac, czy nagrzane ściany [1].

Effekt miejskiej wyspy ciepła wiąże się z ogólnym pogorszeniem komfortu termicznego mieszkańców oraz ze zwiększeniem zapotrzebowania na energię do chłodzenia budynków. Tymczasem w lipcu i sierpniu 2025 roku, czyli w środku lata, odpowiednio 66,3% i 62,5% energii elektrycznej w Polsce była wytwarzana ze źródeł konwencjonalnych [7]. Dlatego szczególnie w naszym kraju, każdy wzrost energii do chłodzenia budynków przekłada się nie tylko na wzrost kosztów finansowych, ale też na wzrost kosztów środowiskowych, poprzez zwiększoną emisję CO₂ przy spalaniu paliw ze źródeł konwencjonalnych.

Dążąc do poprawy efektywności urządzeń odpowiadających za chłodzenie budynków oraz w efekcie do obniżenia zużycia energii elektrycznej, należy w pierwszej kolejności uzyskać pełny obraz sytuacji. Kluczowa jest wiedza, jak wygląda rynek urządzeń chłodzących w środowisku miejskim oraz jakie urządzenia i jak często są w rzeczywistości stosowane. Dysponując taką wiedzą można w dalszych krokach podejmować się definiowania, z jakimi wyzwaniami należy się w pierwszej kolejności mierzyć.

Cel opracowania

Celem niniejszego artykułu jest dostarczenie podstawowej wiedzy na temat technologii chłodzenia wykorzystywanych na terenie miasta Wrocław. W zakresie pracy jest identyfikacja i inwentaryzacja miejsc montażu jednostek zewnętrznych, w wybranej dzielnicy miasta. Następnie



Rys. 1. Przykładowa etykieta jednego z inwentaryzowanych urządzeń, zdjęcie własne autorów

Fig. 1. Example label from one of the inventoried devices, photo taken by the authors

analiza zebranego materiału i ocena spotykanych na terenie miasta systemów oraz ich usytuowania. W szczególności analiza statystyczna pod kątem nominalnej mocy chłodniczej oraz stosowanych czynników chłodniczych.

Metody

Inwentaryzacja jednostek zewnętrznych

W ramach pracy [10] przeprowadzono badania terenowe we Wrocławiu, w dzielnicy „Przedmieście Oławskie”. Wybór tego obszaru podyktowano zróżnicowaną urbanistyką, ponieważ reprezentuje różne okresy historyczne i standardy zabudowy. Zidentyfikowano i zinwentaryzowano tam widoczne jednostki zewnętrzne. Powierzchnia całego obszaru wynosi 210 000 m². Analiza objęła następujące obszary: ul. Gen. Kazimierza Pułaskiego, ul. Stanisława Małachowskiego, ul. Dworcowa, ul. Komuny Paryskiej, ul. Kniaziewiczza, ul. Aleksandra Hercena, ul. Stanisława Worcella, ul.

gen. Jana Henryka Dąbrowskiego, ul. Tadeusza Kościuszki, plac Konstytucji 3 Maja.

Pełna inwentaryzacja i identyfikacja jednostek zewnętrznych obejmowała odczyt nazwy producenta, typu i modelu, nominalnej mocy chłodniczej, współczynnika EER oraz nazwy czynnika chłodniczego. Podstawowe informacje o pojedynczym urządzeniu były odczytywane z etykiet informacyjnych znajdujących się na obudowach. Na rysunku 1 zamieszczono przykładową etykietę (naklejkę) znajdującą się na jednej z jednostek zewnętrznych wewnątrz analizowanego obszaru. Jeżeli w jakimś wypadku na etykiecie nie było kompletu informacji lub tekst był nieczytelny, brakujące dane uzupełniano z kart katalogowych dostępnych w Internecie. Gdy nie było możliwości identyfikacji określonych parametrów danego urządzenia, jego parametry nie były uwzględniane w poszczególnych analizach. Przykładowo, jeżeli nie można było określić mocy urządzenia, urządzenie nie wchodziło do analizy mocy urządzeń.

Poza podstawowymi parametrami urządzeń dostępnymi na etykietach określano kierunek geograficzny, na jaki skierowany jest każdy skraplacz. Jeżeli urządzenie było skierowane na południe, to praktycznie przez cały czas było wystawione na ekspozycję słoneczną (chyba, że było zacienione). Jeżeli urządzenie było skierowane na północ, w szczególności, jeżeli znajdowało się na ścianie skierowanej na północ, otoczenie skraplacza było chronione przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych. Jest to korzystne z punktu widzenia efektywności energetycznej. Umieszczenie jednostki zewnętrznej na ścianie północnej przewyższa często zacienienie po stronie południowej, ze względu na to, że również całe otoczenie urządzenia nie będzie miało nawet chwilowego kontaktu z bezpośrednim promieniowaniem słonecznym.

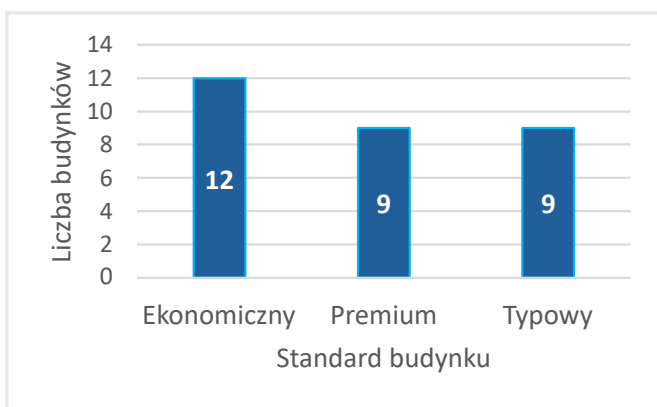
Zacienienie

Podczas oceny uwzględniano zacienienie urządzenia, ponieważ ma ono bezpośredni wpływ na efektywność energetyczną jednostki i wydajność chłodniczą. Nagrzane urządzenie trudniej oddaje ciepło i musi pracować przy większym zużyciu energii elektrycznej. Dlatego producenci zalecają ustawienie skraplaczy w miejscach zacienionych. W wybranych podręcznikach instalacji są informacje, że jeżeli nie można uniknąć działania bezpośrednich promieni słonecznych należy zakładać markizy ochronne [8].

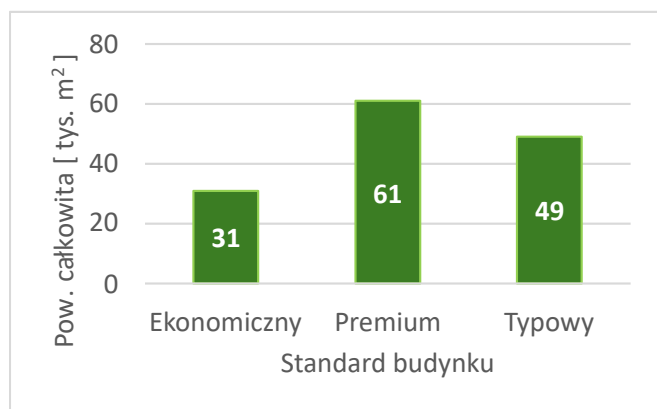
Ze względu na to, że bezpośredni wpływ promieni słonecznych ma wpływ na efektywność urządzenia, dla każdej jednostki zewnętrznej wykonywano szacunki poziomu zacienienia. Przyjęto, że jeżeli słońce pada cały dzień na urządzenie to zacienienie wynosi 0%. Jeżeli skraplacz znajduje się w takim miejscu, że promienie słoneczne nigdy w ciągu dnia nie oświetlają go bezpośrednio, to zacienienie wynosi 100%. Wszelkie inne pośrednie zacienienia były oszacowywane przez obserwatora, przez jaką część doby urządzenie pozostaje zakryte przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych.

Rodzaj budynku

Wszystkie budynki na analizowanym obszarze były kategoryzowane. Sprawdzano rok budowy i standardy osiedli znajdujących się na badanym obszarze. Wyróżniono standard osiedla premium, czyli nowoczesne osiedla, które wybudowano po roku 2010, standard typowy, czyli budynki budowane już po okresie II wojny światowej oraz



Rys. 2. Liczba budynków w zależności od standardu
Fig. 2. Number of buildings by standard



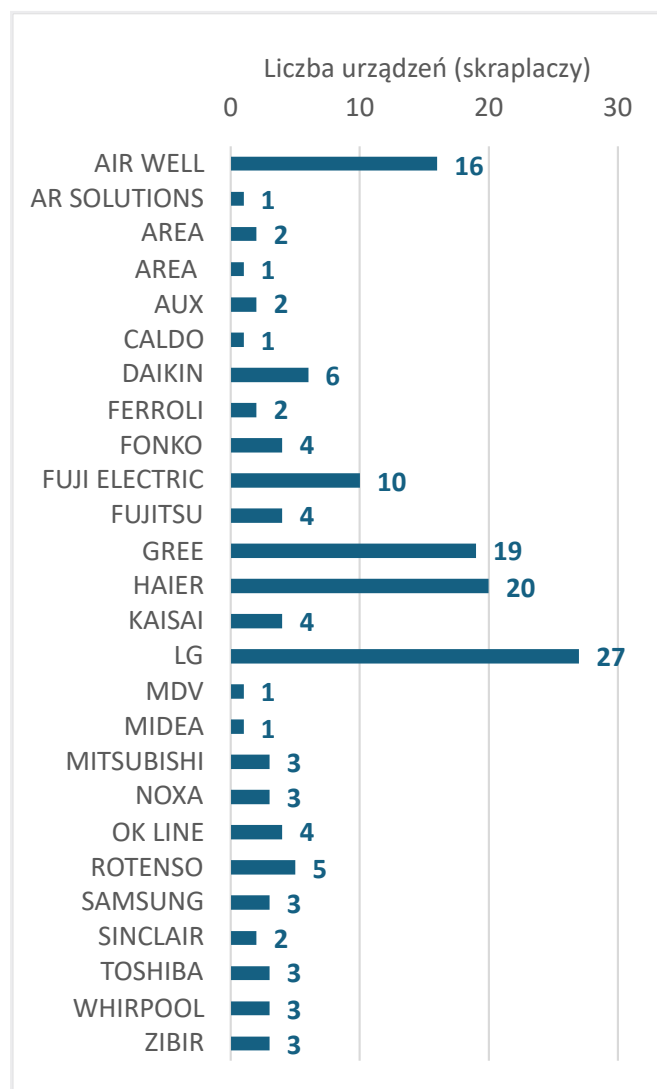
Rys. 3. Powierzchnia całkowita wszystkich budynków w danym standardzie
Fig. 3. Total floor area of buildings by standard

standard ekonomiczny, w którym znajdują się przedwojenne kamienice wybudowane w latach 1880–1907. Policzono również metraż dachu i ustalono liczbę pięter. Informacje te były konieczne, aby możliwa była analiza nasycenia skraplaczy przypadających na powierzchnię całkowitą budynku.

Wyniki i dyskusja

Podczas badań terenowych zidentyfikowano jednostki zewnętrzne na 30 budynkach. Wykres zamieszczony na rys. 2 przedstawia liczbę budynków w poszczególnych standardach. Największa liczba budynków przynależy do standardu ekonomicznego, co oznacza, że na analizowanym obszarze znajduje się liczbowo najwięcej przedwojennych kamienic. W standardach premium i typowy znajdowała się taka sama liczba budynków.

Określenie powierzchni użytkowej poszczególnych budynków nie było możliwe, więc zdecydowano się uwzględnić w analizach powierzchnię całkowitą. Wykres zamieszczony na rys. 3 przedstawia powierzchnię całkowitą opowiadającą danej klasie budynku. Uzyskano ją przez wyznaczenie powierzchni dachów budynków, a następnie przemnożono przez liczbę pięter. Powierzchnie dachów



Rys. 4. Marki produktowe spotykane na analizowanym obszarze
Fig. 4. Brands of air-conditioning units found in the analysed area

odczytano za pomocą strony geoportal.gov.pl. Na podstawie wykresu daje się zaobserwować, że budynki klasy premium mają największą powierzchnię całkowitą. Dzieje się tak dlatego, że są to budynki wysokie o dużej liczbie pięter, zwykle większej niż 5. W przeciwieństwie do kamienic, które na analizowanym obszarze miały 3 bądź 4 piętra.

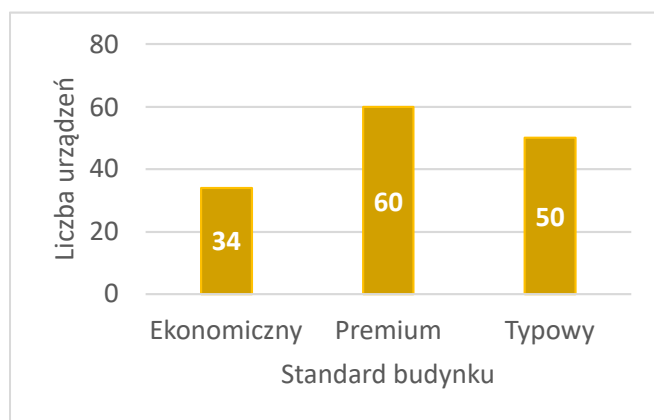
Na całym analizowanym obszarze zidentyfikowano 150 jednostek zewnętrznych. Każda jednostka zewnętrzna została opisana według parametrów wylistowanych w sekcji Metody, a pełne zestawienie wszystkich inwentaryzowanych skraplaczy zostało zamieszczone w pracy [10]. Na wszystkie zinwentaryzowane 150 jednostek zewnętrznych przypadało 141 układów typu split, 5 układów multi split oraz 4 agregaty. Zdecydowana większość jednostek zewnętrznych, bo aż 146 ze 150, to układy typowo do ochładzania powietrza wewnątrz pomieszczeń.

Na wykresie zamieszczonym na rys. 4 przedstawiono producentów jednostek zewnętrznych występujących na analizowanym obszarze oraz ile urządzeń danego producenta znalazło się na mapie. Badanie zidentyfikowało ponad 20 różnych marek, co pokazuje jak wielki wybór posiadają konsumenci. Jednak pomimo tak wielkiej różnorodności, rynek zdominowany jest przez kilku producentów takich jak LG, Haier, Gree oraz Air Well. Być może powodem jest to, że dzięki masowej produkcji, produkty tych marek mogą być oferowane po niższych cenach. Nie bez znaczenia może być również fakt, że produkty tego typu są dostępne w każdym sklepie z klimatyzacją.

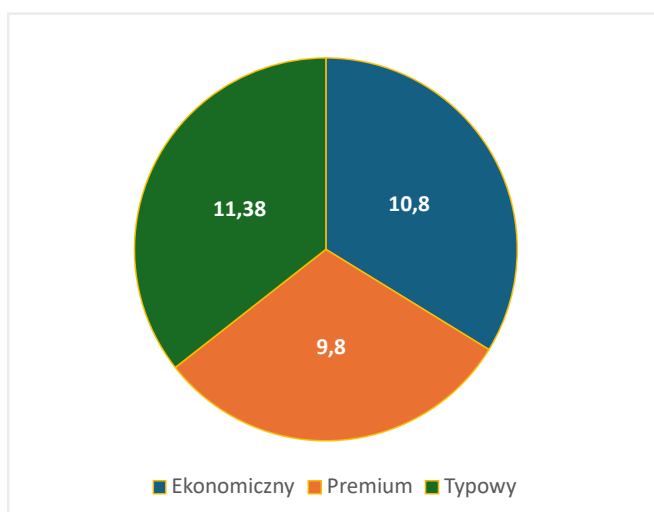
Wykres zamieszczony na rys. 5 przedstawia liczbę jednostek zewnętrznych przypadających na klasę budynku. Dane pokazują, że najwięcej urządzeń znajduje się w budynkach w standardzie premium, a najmniej w standardzie ekonomicznym.

Liczyby urządzeń przypadające na konkretny standard budynku z rys. 5 nie pozwalają jednak wyciągnąć wniosku, że urządzenia chłodnicze są najbardziej użytkowne w budownictwie premium, a najmniej w standardzie ekonomicznym. Rzeczywisty obraz sytuacji uzyskuje się dopiero, gdy uwzględni się w analizie powierzchnię całkowitą z rys. 3, przypadająca na dany typ budynku. Uwzględnienie powierzchni prowadzi do obserwacji, że najwięcej jednostek zewnętrznych na 10 000 m² powierzchni całkowitej przypada na budynki w standardzie typowym (rys. 6), tj. 11,38 urządzeń na każde 10 tys. m². Co istotne, budynki w standardzie premium pomimo największej liczby jednostek, charakteryzują się najmniejszą gęstością instalacji.

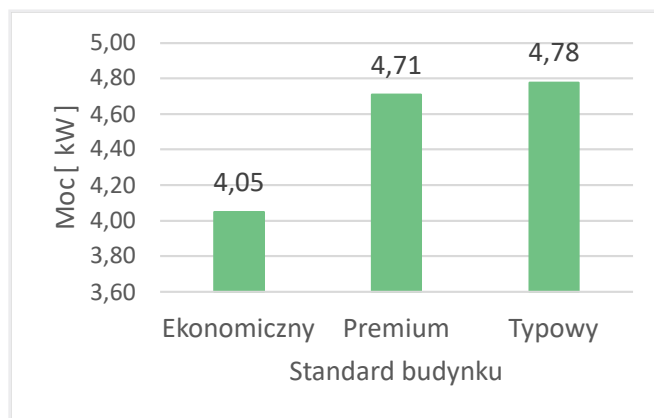
Dane zaprezentowane na rys. 6 nie pozwalają postawić tezy, że klimatyzacja w pomieszczeniach jest domeną wyłącznie nowszego budownictwa. Układy klimatyzacji typu split są tak samo popularne, niezależnie od standardu budynku. Mając na uwadze efektywność energetyczną w dłuższej perspektywie czasowej, środowisko miejskie może wymagać znaczącego przeprojektowania, w celu implementacji chłodnictwa sieciowego. Na ten moment gospodarstwa domowe samodzielnie instalują systemy chłodzenia, ale jeżeli skala tych przedsięwzięć będzie naprawdę masowa, prawdopodobnie przed społecznością miejską pojawi się wyzwanie, jakim jest instalacja centralnego systemu chłodzenia. Już kilkanaście lat temu we Wrocławiu powstała pilotażowa instalacja z agregatem absorpcyjnym zasilanym parą. Był to pierwszy krok na



Rys. 5. Liczba jednostek zewnętrznych w zależności od standardu budynku
Fig. 5. Number of outdoor units by building standard



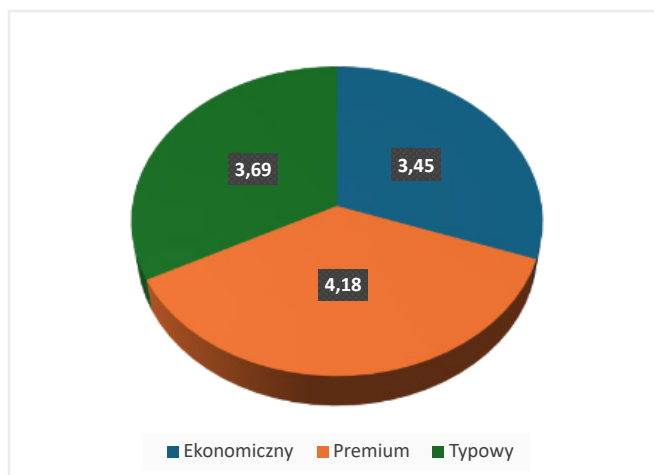
Rys. 6. Liczba jednostek zewnętrznych na każde 10 000 m² całkowitej powierzchni budynków danego typu
Fig. 6. Number of outdoor units per 10,000 m² of total building floor area by building standard



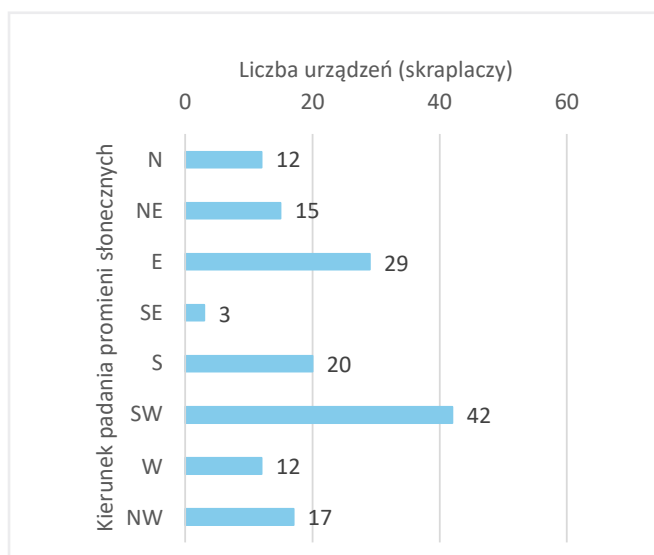
Rys. 7. Średnia moc chłodnicza jednostek zewnętrznych ze względu na standard budynku
Fig. 7. Average cooling capacity of outdoor units by building standard

drodze do systemu chłodniczego zasilanego ciepłem pochodzącym z miejskiej sieci ciepłowniczej. Jednak wysoka temperatura konieczna do zasilania generatora pary, wysokie koszty inwestycyjne oraz dość powolny rozwój tego typu technologii nie pozwalają na szybką popularyzację absorpcyjnych agregatów chłodniczych [12].

Średnia moc chłodnicza urządzeń w zależności od przy-



Rys. 8. Średnia wartość EER ze względu na klasę budynku
Fig. 8. Average EER value by building standard



Rys. 9. Kierunek geograficzny, na jaki zwrócone są jednostki zewnętrzne
Fig. 9. Geographical orientation of outdoor units

pisanej im klasy budynku przedstawiono na wykresie zamieszczonym na rys. 7. Zgodnie z danymi, najniższą średnią moc odnotowano w budynkach klasy ekonomicznej. Budynki w standardzie premium oraz typowym charakteryzują się zbliżoną i wyraźnie wyższą średnią mocą. Przyczyną tych różnic może być charakterystyka samych budynków, gdzie standardy typowy i premium mogą cechować się większymi zyskami ciepła. Z kolei niższa moc w klasie ekonomicznej może sugerować, że są to obiekty o konstrukcji, która naturalnie spowalnia nagrzewanie się wewnątrz. Budynki o ciężkiej konstrukcji stropów, ze ścianami z betonu lub cegły to budynki o dużej pojemności cieplnej. Natomiast budynek o dużej pojemności cieplnej charakteryzuje się wysoką bezwładnością cieplną, w szczególności jest chroniony przed nadmiernym przegrzewaniem w okresie letnim [13]. Pomijając uwarunkowania bilansu ciepła, można jeszcze rozważać, czy koszt inwestycyjny nie miał wpływu na takie rozłożenie średnich mocy. Na podstawie przeprowadzonych badań nie można jednak wnioskować na ten temat.

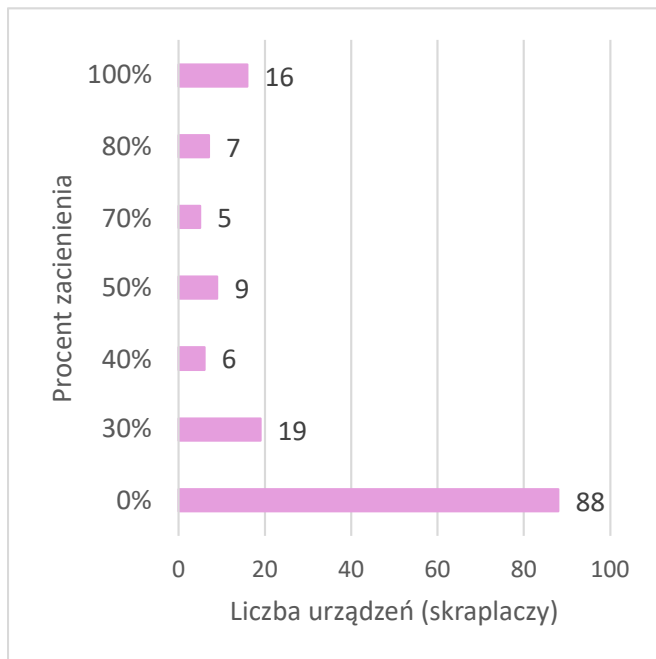
Na wykresie zamieszczonym na rys. 8 przedstawiono średnią wartość współczynnika efektywności energetycznej dla urządzeń chłodniczych w zależności od standardu

budynku. Klasa premium charakteryzuje się najwyższą średnią EER na poziomie 4,18. Największa wartość współczynnika EER dla klasy premium może wynikać z faktu, że są to budynki wybudowane po roku 2010. Nowe budynki, jak i nowsze urządzenia chłodnicze, są projektowane według nowszych norm, gdzie warunki dotyczące efektywności są bardziej rygorystyczne. Wyraźnie niższa wartość EER dla pozostałych klas budynków może wynikać z tego, że instalacje chłodnicze były w nich montowane i remontowane wiele lat temu. Z drugiej strony, jak zostanie to wykazane w dalszej części artykułu, w budynkach standardu ekonomicznego instalacje wcale nie są przestarzałe. Trudno więc jednoznacznie stwierdzić, że rok montażu odgrywa dominującą rolę w relacji do wartości EER. W rzeczywistości może być tak, że urządzenia instalowane w nowszych budynkach są średnio bardziej efektywne energetycznie, niż urządzenia instalowane w tym samym okresie, w budynkach starszych. Jednak bez dodatkowych badań nie można tego stwierdzić.

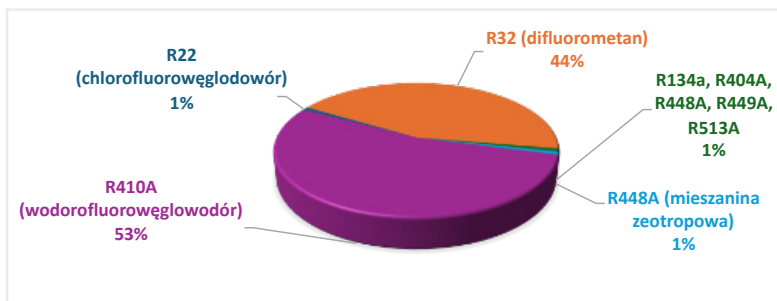
Na wykresie zamieszczonym na rys. 9 przedstawiono liczbę jednostek zewnętrznych w zależności od kierunku ich ekspozycji na działanie promieni słonecznych. Najwięcej urządzeń występuje po stronie południowo-zachodniej, bo aż 42 jednostki. Na drugim miejscu znajduje się strona wschodnia z 29 jednostkami, a za nią strona południowa z 20 jednostkami. Pozostałe kierunki mają zbliżoną liczbę urządzeń z wyjątkiem strony południowo-wschodniej. Strona południowo-zachodnia jest stroną, która jest najbardziej narażona na promienie słoneczne. Nasilone promieniowanie występuje od około 14:00 aż do zachodu słońca. Na zewnątrz panuje wtedy najwyższa temperatura, a bezpośrednie nasłonecznienie powoduje maksymalne zyski ciepła od promieniowania słonecznego. Wschodnia strona też jest narażona na przegrzanie, ponieważ jest intensywnie nasłoneczniana od godzin porannych. Montaż urządzenia na najbardziej nasłonecznionej ścianie nie jest korzystnym wyborem, ale niejednokrotnie wynika to również z układu architektonicznego mieszkania, w którym wszystkie okna wychodzą na tę samą stronę, co w praktyce ogranicza inne możliwości instalacji. O ile układ lokalu na to pozwala, korzystniejszym rozwiązaniem jest poprowadzenie instalacji na chłodniejszą, bardziej zacienioną ścianę.

Rozkład liczby jednostek zewnętrznych w zależności od szacowanego procentu zacienienia przedstawiono na wykresie zamieszczonym na rys. 10. Wynika z niego, że zdecydowana większość, bo aż 88 jednostek nie ma żadnego zacienienia, co jest sprzeczne z tym, co zaleca producent. Można wywnioskować, że powszechna praktyka instalacyjna ignoruje zalecenia producentów, którzy zalecają montaż urządzeń w miejscach zacienionych, ponieważ ich praca w niższej temperaturze wiąże się z lepszą efektywnością energetyczną. Na wykresie znajduje się 16 jednostek zacienionych w 100%. Oznacza to, że są one zacienione cały dzień, ponieważ zamontowano je pod wiatami wjazdowymi oraz we wnękach.

Na rysunku 11 przedstawiono procentowy udział czynników chłodniczych na całym analizowanym obszarze. Dominują dwa rodzaje chłodziwa. Jednym z nich jest R410A, który znajduje się w 53% jednostek, oraz R32, który znajduje się w 44%. Wodorofluorowęglowodór R410A był standardem przez wiele lat, jednak ma wysoki wskaź-



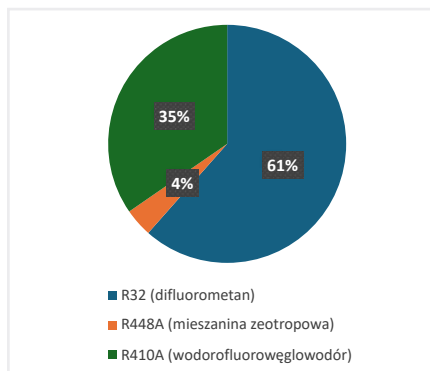
Rys. 10. Zacienienie jednostek zewnętrznych
Fig. 10. Overshadowing of outdoor units



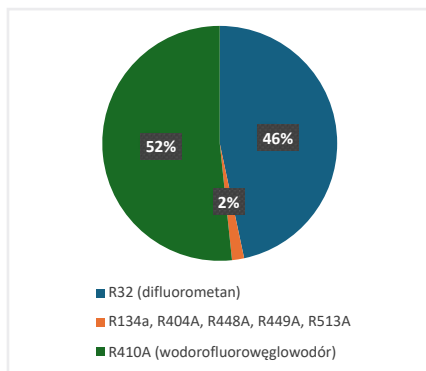
Rys. 11. Procentowy udział czynników chłodniczych na analizowanym terenie
Fig. 11. Percentage share of refrigerants in the analysed area

nik GWP i został wycofany od 2025 r. we wszystkich nowo produkowanych systemach. Obecnie jest on wypierany przez R32, który ma niższe GWP. Na wykresie widać śladową (1%), wycofanego już z użytku, szkodliwego czynnika R22, co świadczy o tym, że wciąż funkcjonuje on w starszych instalacjach.

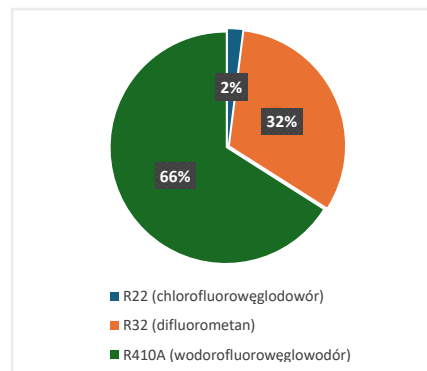
Aby zagłębić się w szczegóły, warto porównać jeszcze spotykane czynniki chłodnicze w zależności od standardu budownictwa. Na wykresie zamieszczonym na rys. 12



Rys. 12. Procentowy udział czynników chłodniczych w budynkach standardu ekonomicznego
Fig. 12. Percentage share of refrigerants in buildings of economic standard



Rys. 13. Procentowy udział czynników chłodniczych w budynkach standardu premium
Fig. 13. Percentage share of refrigerants in buildings of premium standard



Rys. 14. Procentowy udział czynników chłodniczych w budynkach standardu typowego
Fig. 14. Percentage share of refrigerants in buildings of typical standard

przedstawiono rozkład czynnika chłodniczego w budynkach standardu ekonomicznego. Ciekawym zjawiskiem jest to, że dominującym czynnikiem w tej grupie jest R32, czyli jeden z najbardziej nowoczesnych czynników stosowanych obecnie. Wynik ten jest zaskakujący. Przyczyną tego zjawiska może być np. przeprowadzona termomodernizacja komfortu cieplnego w kamienicach, albo fakt, że stosowanie jednostek zewnętrznych w starych budynkach jest zjawiskiem stosunkowo nowym i instalacja mogła zostać wykonana w ciągu ostatnich kilkunastu lat opierając się na nowych technologiach. Drugim dominującym czynnikiem w standardzie ekonomicznym jest R410A, czyli jeden z powszechnie stosowanych czynników.

Na wykresie zamieszczonym na rys. 13 pokazano rozkład czynników chłodniczych dla standardu premium, czyli budynków wybudowanych po 2010 roku. Dane pokazują praktycznie równy podział pomiędzy czynnikiem R410A oraz R32. Pozostałe 2% to inne mieszaniny, rzadziej stosowane. Można stwierdzić, że taki rozkład to okres przejściowy technologii chłodniczej, który miał miejsce w 2014 roku w odpowiedzi na unijne regulacje dotyczące F-gazów. W okresie np.: 2013–2017 czynnik R410A był standardem, a R32, tak jak wspomniano wcześniej, jest czynnikiem, który ma niższy potencjał GWP i jest częściej używany dla instalacji, które realizowano w ostatnich latach.

Na wykresie zamieszczonym na rys. 14 przedstawiono szczegółowy rozkład czynników chłodniczych dla budynków w standardzie typowym, czyli wybudowanych po II wojnie światowej. Dominuje tu czynnik R410A, bo znajduje się aż w 66% jednostek. Nowocześniejszy czynnik R32 stanowi mniejszość z udziałem 32%. Jest to też jedyna kategoria, w której zidentyfikowano szkodliwy czynnik R22. Dominacja czynnika R410A może wynikać z faktu, że czynnik ten był standardem przez wiele lat i ma długą żywotność, więc wymiana na nowocześniejsze modele następuje powoli.

Zestawiając trzy standardy budynków pod względem stosowanego czynnika chłodniczego, można zaobserwować, że budynki klasy ekonomicznej paradoksalnie mają przewagę nowoczesnego czynnika R32, budynki w standardzie typowym mają przewagę R410A, natomiast budynki klasy premium mają równy podział pomiędzy tymi dwiema generacjami. Różnice nie wynikają z wieku bu-

dyneków, lecz są odzwierciedleniem epoki, w której były instalowane systemy klimatyzacji. Wydaje się, że najstarsze budynki mają najnowocześniejsze systemy, ponieważ klimatyzacja jest w nich nowym zjawiskiem. Rozkład czynników w budownictwie typowym pokazuje wieloletnią dominację czynnika R410A, a klasa premium pokazuje transformację w kierunku R32.

Generalnie większość systemów chłodzenia na przebadanym obszarze pracuje na czynniku chłodniczym R410A (rys. 11). GWP dla tego czynnika to 2255,5. Jest to stosunkowo wysoki potencjał tworzenia efektu cieplarnianego. Przy czym drugi najpopularniejszy czynnik, czyli R32, ma GWP wynoszący 771. Jest to więc dużo bardziej ekologiczna alternatywa, która dominuje właśnie w najstarszym budownictwie. Uwzględniając fakt, że w najstarszych budynkach średnia moc urządzeń jest najniższa (rys. 7), można stwierdzić, że chłodzenie pomieszczeń w budynkach standardu ekonomicznego jest zorientowane na niewielkie zapotrzebowanie na energię do chłodzenia, przy jednoczesnym wykorzystaniu najbardziej ekologicznej technologii.

Wizualna ocena montażu jednostek zewnętrznych.

Korzystając ze źródła [10], warto jeszcze przedstawić wybraną dokumentację fotograficzną. Dokumentacja fotograficzna ukazuje liczne przypadki montażu jednostek zewnętrznych w sposób ograniczający wydajną pracę. Jednostki zewnętrzne wielokrotnie są montowane na nasłonecznionych ścianach bez jakiegokolwiek osłony, w bardzo bliskich wzajemnych odległościach i w ciasnych niewentylowanych wnękach balkonowych. Te rzeczywiste przykłady pokazują luki między zaleceniami technicznymi, a praktyką instalacyjną, co bezpośrednio przekłada się na obniżenie efektywności energetycznej.

Na zdjęciu zamieszczonym na rys. 15 można zaobserwować sposób montażu, który obniża efektywność energetyczną. Pionowe jednostki są zamontowane jedna nad drugą, bez zachowania minimalnej przestrzeni, która powinna wynosić, zależnie od źródła, nawet 150 cm [16]. Prowadzi to do wzajemnego dławienia przepływu powietrza i tworzy tzw. kaskadę ciepła, gdzie każde urządzenie położone niżej podgrzewa powietrze zasysane przez jednostkę powyżej. W efekcie tego systemy pracują w nie-

korzystnych warunkach, a tym samym zużywają więcej energii. Niekorzystne jest również to, że instalacje z rys. 15 znajdują się na nasłonecznionej ścianie.

Zdjęcie zamieszczone na rys. 16 ukazuje również dość niekorzystne umiejscowienie jednostek zewnętrznych. Zapewne nie zawsze daje się wskazać miejsce alternatywne, ale jednak umiejscowienie urządzeń w zamkniętej z trzech stron wnęce wpływa negatywnie na sprawność. Gorące powietrze wyrzucane przez skraplacze nie ma jak efektywnie uciec. Ponadto wydaje się, że naruszono odległości montażowe, ponieważ jednostka po lewej stronie jest „przyklejona” do ściany bocznej, co blokuje wlot powietrza z tej strony. Ostatnią rzeczą jest montaż tuż nad drzwiami wejściowymi, co może zmniejszać komfort mieszkańców. Osoby wchodzące i wychodzące mogą odczuwać nieprzyjemny podmuch gorącego powietrza oraz słyszeć dokuczliwy hałas dwóch pracujących jednostek zewnętrznych.

Podsumowanie i wnioski

Celem pracy było dokonanie oceny wykorzystania różnych technologii chłodzenia na terenie miasta Wrocław. Analiza terenowa przeprowadzona na obszarze osiedla Przedmieście Oławskie objęła 210 000 m² powierzchni miasta. Zinventaryzowano 150 jednostek zewnętrznych, w tym 146 układów typu split lub multi split, co oznacza, że zdecydowana większość jednostek zewnętrznych odpowiada bezpośrednio za ochładzanie powietrza w pomieszczeniach.

Przeprowadzone badania potwierdzają, że układy klimatyzacji typu split są tak samo popularne zarówno w starszym budownictwie, jak i w nowym. W dłuższej perspektywie czasowej, jeżeli przyrost indywidualnych instalacji chłodniczych będzie znaczący, środowisko miejskie może wymagać znaczącego przeprojektowania, w celu implementacji chłodnictwa sieciowego.

Większość systemów chłodzenia na przebadanym obszarze pracuje na czynniku chłodniczym R410A, który znajdują się w 53% jednostek. Drugi najpopularniejszy czynnik to R32, który znajdują się w 44% urządzeń. Bardzo interesujące, że R32, czyli jeden z najbardziej nowoczesnych czynników stosowanych obecnie, dominuje w najstarszym budownictwie. Uwzględniając dodatkowo fakt, że w najstarszych budynkach średnia moc urządzeń jest najniższa, można wyraźnie powiedzieć, że chłodzenie pomieszczeń w budynkach standardu ekonomicznego jest zorientowane na niewielkie zapotrzebowanie na energię do chłodzenia przy najbardziej ekologicznej technologii.

Przeprowadzone badania ukazują bardzo dużą częstotliwość występowania takiego sposobu montażu, który nie gwarantuje najwyższej efektywności energetycznej. Problem dotyczy w szczególności instalacji, gdzie było więcej niż jedna jednostka zewnętrzna. Najczęściej występujący mankament to brak osłony słonecznej, bo wystąpił aż w 88 przypadkach (61% badanych urządzeń). Ważna jest również obserwacja, że aż 42% jednostek jest zamontowanych na ścianie południowo zachodniej i zachodniej.



Rys. 15. Sposób montażu obniżający efektywność, zdjęcie własne autorów
Fig. 15. Mounting method reducing energy efficiency, photo taken by the authors



Rys. 16. Sposób montażu we wnęce ograniczający ruch powietrza, zdjęcie własne autorów
Fig. 16. Mounting method in a recess limiting air circulation photo taken by the authors

Pracują one w najtrudniejszych warunkach, co prowadzi do zwiększonego zużycia energii i wyższych kosztów.

Wydaje się, że w wielu przypadkach nie były również dotrzymywane minimalne odległości od elementów elewacji i od innych urządzeń. Z pewnością w wielu wypadkach, montaż jednostek zewnętrznych, zgodnie ze wszystkimi zaleceniami, nie był możliwy przy rozsądnych kosztach instalacyjnych. Jednak taka sytuacja pokazuje ogromny potencjał oszczędności jeszcze w ramach istniejących obecnie technologii. Dlatego przyszłe prace warto skoncentrować na szczegółowych analizach, w jakim stopniu mankamenty montażowe wpływają na zwiększone zużycie energii przez urządzenia chłodnicze zainstalowane w warunkach miejskich.

Bibliografia

- [1] Centrum Informacji o Rynku Energii. (2022). Czym jest miejska wyspa ciepła? Dostęp z 2 listopada 2025 z <https://www.cire.pl/artykuly/materialy-problemowe/czym-jest-miejska-wyspa-ciepla>
- [2] ElSherbini, A. I., & Maheshwari, G. P. (2010). Impact of shading air-cooled condensers on the efficiency of air-conditioning systems. *Energy and Buildings*, 42(10), 1948-1951. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.05.031>
- [3] Gree. (b.d.). Klimatyzator split czy multi split? Dostęp z 2 listopada 2025 z <https://gree.pl/baza-wiedzy/klimatyzatory/klimatyzator-split-czy-multi-split/>
- [4] Howarth, N., Camarasa, C., Lane, K., & Riskey Martin, A. (2023, 21 lipca). Keeping cool in a hotter world is using more energy, making efficiency more important than ever. International Energy Agency. <https://www.iea.org/commentaries/keeping-cool-in-a-hotter-world-is-using-more-energy-making-efficiency-more-important-than-ever>
- [5] International Energy Agency. (b.d.). Space cooling. Dostęp z 2 listopada 2025 z <https://www.iea.org/energy-system/buildings/space-cooling>
- [6] Klimatyzacja.pl. (2023). Czynniki chłodnicze stosowane w chłodnictwie. Dostęp z 2 listopada 2025 z <https://www.klimatyzacja.pl/artykuly/chlodnictwo/artykuly/czynniki-chlodnicze/czynniki-chlodnicze-stosowane-w-chlodnictwie>
- [7] Kwidziński, K. (2025). Sierpień 2025 – Węgiel pod gruszą. Miesięcznik Forum Energii, Dostęp z 15 września 2025 www.forum-energii.eu
- [8] LG Electronics. (2020). Instrukcja montażu klimatyzatora DCxxRH.
- [9] Martínez, P., Ruiz, J., Cutillas, C. G., Martínez, P. J., Kaiser, A. S., & Lucas, M. (2016). *Experimental study on energy performance of a split air-conditioner by using variable thickness evaporative cooling pads coupled to the condenser*. *Applied Thermal Engineering*, 105, 1041-1050. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.01.067>
- [10] Michalak, W. (2025). Rynek technologii chłodzenia powietrza wewnątrz pomieszczeń na terenie miasta Wrocław. Praca magisterska. Politechnika Wrocławska
- [11] Naphon, P. (2010). On the performance of air conditioner with heat pipe for cooling air in the condenser. *Energy Conversion and Management*, 51(11), 2362-2366. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2010.04.010>
- [12] Reszewski, S. (2025). Trigeneracja rozproszona w warunkach wrocławskich. Instal. 4.
- [13] Sowa, J., Narowski, P.G., Rubik, M., & Ziętek, P. (2017). Budynki o niemal zerowym zużyciu energii, Politechnika Warszawska.
- [14] Stefaniak, Ł., & Walaszczyk, J. (2025). Nowelizacja rozporządzenia Unii Europejskiej w sprawie F-gazów w kontekście globalnym oraz perspektyw stosowania alternatywnych czynników chłodniczych. *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja*, 56. <https://doi.org/10.15199/9.2025.1.2>
- [15] Szczęśniak, S., Karpuk, M., Stefaniak, Ł., Grabka, A., Michalak, W., Jaskóła, W., Maciewicz, M. (2024). Obowiązujące normy na tle rzeczywistych wartości temperatury powietrza zewnętrznego w Polsce. *Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja* 4(55): 20-29. <https://doi.org/10.15199/9.2024.4.4>
- [16] Szkolenia-F-Gaz. (n.d.). Wytyczne odległości między jednostkami klimatyzacji. Dostęp z 2 listopada 2025 <https://szkolenia-fgaz.pl/wytyczne-odleglosci-miedzy-jednostkami-klimatyzacji/>

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 jakiegokolwiek 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.

Odwiedź nową stronę czasopisma

ciepłownictwoogrzewnictwowentylacja.pl





Analiza źródeł ciepła dla budynku zabytkowego z uwzględnieniem efektywności energetycznej

Analysis of heat sources for a historic building, taking into account energy efficiency



Dr inż. Tomasz Jerominko

ORCID ID: [0000-0001-9052-7225](https://orcid.org/0000-0001-9052-7225)
Wydział Budownictwa, Architektury
i Inżynierii Środowiska,
Politechnika Łódzka
tomasz.jerominko@p.lodz.pl

Słowa kluczowe: termomodernizacja budynków, odnawialne źródła energii w budynkach, efektywność energetyczna budynków

Streszczenie

Dobór źródła ciepła w budynku zabytkowym zawsze wiąże się ze spełnieniem szeregu parametrów związanych z kosztami inwestycyjnymi i eksploatacyjnymi oraz przede wszystkim z wytycznymi Konserwatora Zabytków. Budynki zabytkowe charakteryzują się dużymi współczynnikami przenikania ciepła dla przegród co wpływa bezpośrednio na duże zapotrzebowanie ciepła oraz większe zużycie energii, stąd tak ważny jest aspekt przed wykonaniem projektu przeanalizowania dostępnych źródeł ciepła z uwzględnieniem ich wpływu na efektywność energetyczną całego budynku. W artykule poddano analizie kilka źródeł ciepła pracujących na cele grzewcze obiektu z uwzględnieniem działań mających na celu poprawę efektywności energetycznej budynku zabytkowego. Analizowany budynek znajduje się w trzeciej strefie klimatycznej w Polsce centralnej. Dokonano obliczeń wskaźników energetycznych budynku EP, EK, dla stanu istniejącego oraz dla analizowanych przypadków.

Keywords: thermal modernization of buildings, renewable energy sources in buildings, energy efficiency of buildings

Abstract

Selecting a heat source for a historic building always requires meeting a number of parameters related to investment and operating costs, and above all, the guidelines of the Conservator of Monuments. Historic buildings are characterized by high heat transfer coefficients for their envelope, which directly impacts high heat demand and higher energy consumption. Therefore, it is crucial to analyze available heat sources before implementing the project, taking into account their impact on the energy efficiency of the entire building. This article analyzes several heat sources used for heating the building, taking into account measures aimed at improving the energy efficiency of the historic building. The analyzed building is located in the third climate zone in central Poland. The building's energy efficiency (PE) and energy efficiency (FE) indicators were calculated for the existing building and for the analyzed cases.

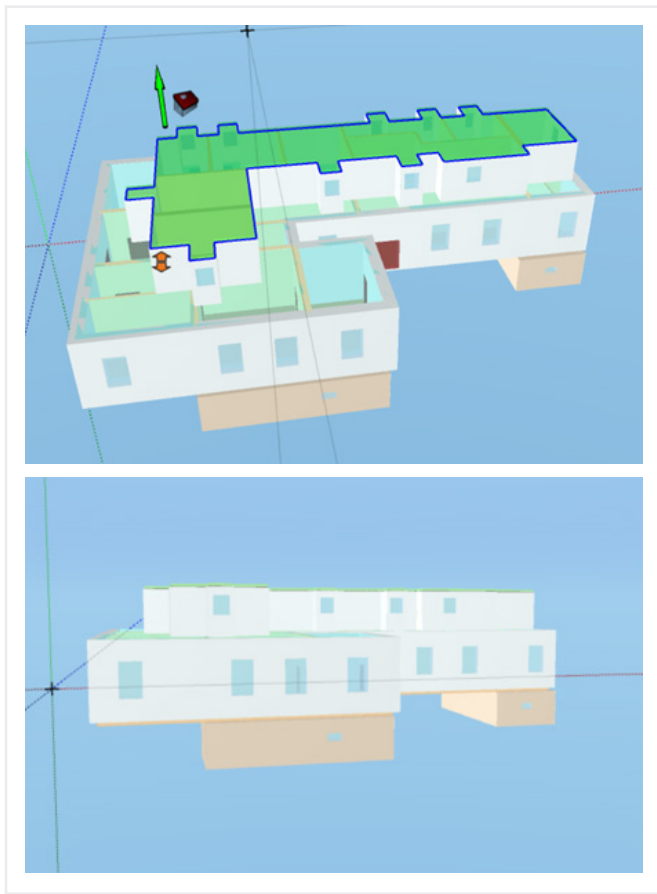
© Polish Association of Sanitary Engineers and Technicians

Wstęp

W Polsce jest ponad 160 tysięcy zabytków nieruchomych, obiektów zabytkowych wpisanych do rejestru i krajowej ewidencji zabytków [1]. Spora część tych obiektów jest ogrzewana, co czyni je dostępnymi dla odwiedzających przez cały rok. Większość budynków zabytkowych cechuje się dużymi stratami ciepła wynikającymi z użytych do budowy materiałów, słabej izolacji przegród czy chociażby funkcjonującej wentylacji grawitacyjnej pracującej bez odzysku ciepła. Często docieplenie budynku zabytkowego nie jest możliwe do zrealizowania z zewnątrz ze względu na zabytkową elewację czy detale architektoniczne a także na możliwość pogorszenia mikroklimatu wewnątrz. Działanie takie powinno być zawsze przemyślane poczynając już od audytu energetycznego poprzez projekt ogrzewania [2].

Budynki zabytkowe, odpowiadają za znaczną część cał-

kowitego zapotrzebowania na energię w naszych miastach [3]. Charakteryzują się dużym zapotrzebowaniem na energię cieplną oraz niską sprawnością systemu grzewczego. Wskaźniki energetyczne takie jak: EP mieszczą się w przedziale 400-800 kWh/m² rok, EK osiąga wartości od 300-700 kWh/m² rok [4]. Ogrzewanie budynków zabytkowych związane jest z trudnościami ze spełnieniem wymagań konserwatorów zabytków oraz sposobem eksploatacji instalacji ogrzewczej. Często trzeba osiągnąć kompromis pomiędzy wymaganiami użytkowników a wytycznymi konserwatora zabytków, które mają za zadanie ochronę tkanki zabytku, cennych wnętrz, malowideł itp. [5]. Ponadto w budynku zabytkowym, instalacja ogrzewcza powinna być zaprojektowana w sposób jak najmniej ingerujący we wnętrza pomieszczenia np.: montaż podtynkowy rurociągów, grzejniki montowane za osłonami itp. Otoczenie budynku zabytkowego, może też być objęte ochroną konser-



Rys. 1. Model budynku utworzony w programie SANKOM
Fig. 1. Building model created in the SANKOM program

watorską jako np. teren wokół budynku lub część układu urbanistycznego. Ogranicza to możliwość montażu urządzeń grzewczo-wentylacyjnych na ścianach, dachach czy na poziomie terenu w pobliżu obiektu. Z drugiej strony aby poprawić wskaźniki energetyczne budynku określone np. w audycie energetycznym, działanie należy przeprowadzić kompleksowo, łącznie z wymianą źródła ciepła [6]. Analizując ogrzewanie obiektów zabytkowych (dla których „co do zasady” nie sporządza się certyfikatów energetycznych, ponieważ nie muszą spełniać takich wymogów jak nowe obiekty) [7], powinno jednak wyznaczać się podstawowe wskaźniki energetyczne takie jak: wskaźnik energii pierwotnej EP i końcowej EK, ponieważ świadczą one o efektywności energetycznej budynku i późniejszych kosztach eksploatacyjnych.

Opis parametrów i wskaźników analizowanego budynku

Analizowany budynek zabytkowy zlokalizowany jest na terenie miejskim w centralnej Polsce w III strefie klimatycznej. Obiekt powstał w drugiej połowie XVIII. Podstawowe dane budynku: budynek dwukondygnacyjny, częściowo podpiwniczony, powierzchnia zabudowy ok. 420m², powierzchnia użytkowa 522 m², kubatura ok. 2440 m³. Na rys. 1 przedstawiono model budynku utworzony przy pomocy programu SANKOM.

Ściany budynku wykonane są cegły pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej o grubości 70 cm, konstrukcja dachu drewniana docieplona wełną mineralną gr. 12 cm

Tabela 1. Wyniki obliczeń wskaźników dla analizowanego budynku (stan istniejący)
Table 1. Results of the calculation of indicators for the analyzed building (existing condition)

Parametr	Ogrzewanie
Średnia sezonowa sprawności wytwarzania ciepła $\eta_{H,g} / \eta_{W,g}$	0,91
średnia sezonowa sprawności przesyłu ciepła $\eta_{H,d} / \eta_{W,d}$	0,96
Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła $\eta_{H,e}$	0,88
Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła $\eta_{W,s}$	1,00
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/m ² rok	320,1
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową EK, kWh/m ² rok	245,3

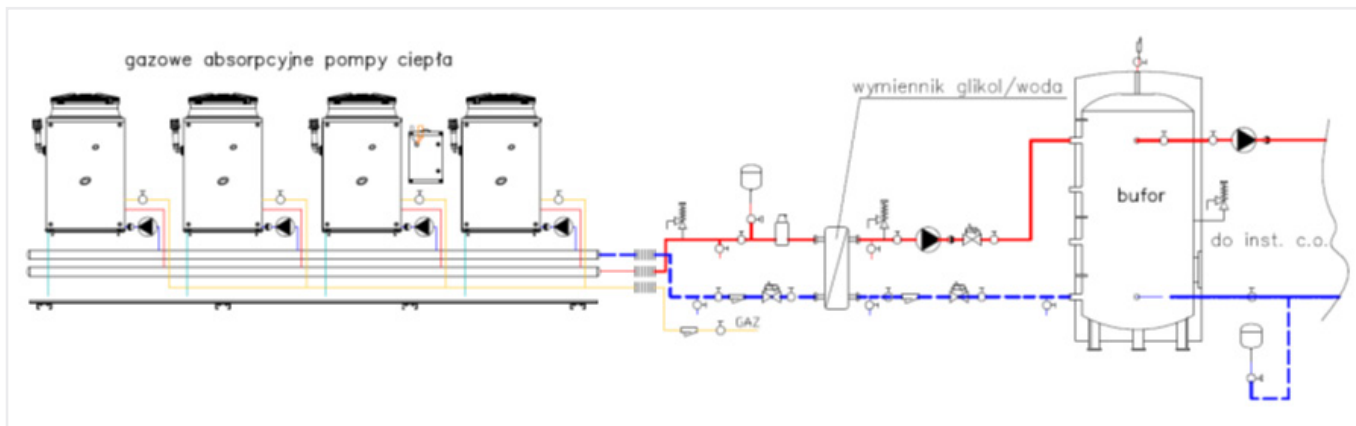
i obudowana płytami GKF. Stropy ceglane typu Kleina, podłoga na parterze docieplona warstwą styropianu 5cm. Instalacja centralnego ogrzewania wymieniona, rurociągi stalowe montowane w posadzce i bruzdach ściennych, grzejniki płytowe i kanałowe wyposażone w zawory termostatyczne. Instalacja c.o. zasilana jest z kotłowni węglowej zlokalizowanej poza obiektem, podlegającej likwidacji. Parametry pracy instalacji c.o. 80/60°C, układ zamknięty zabezpieczony zaworem bezpieczeństwa i naczyniem wzbiorczym.

Dla rozpatrywanego budynku obliczono w pierwszej kolejności współczynniki przenikania ciepła, które wynoszą: dla ściany zewnętrznej: $U = 0,98 \text{ W/m}^2\text{K}$, dla dachu: $U = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$, dla podłogi parteru: $U = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$ oraz dla okien i drzwi (przyjęto) $U = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Następnie obliczono projektowe obciążenie cieplne przy założeniu temperatury wewnętrznej w pomieszczeniach na poziomie +20°C, które wyniosło 75,0 kW. Na podstawie [8-11] obliczono wartości średnich sezonowych sprawności dla instalacji centralnego ogrzewania oraz główne wskaźniki energetyczne dla stanu istniejącego. Wartości przedstawiono w tab. 1.

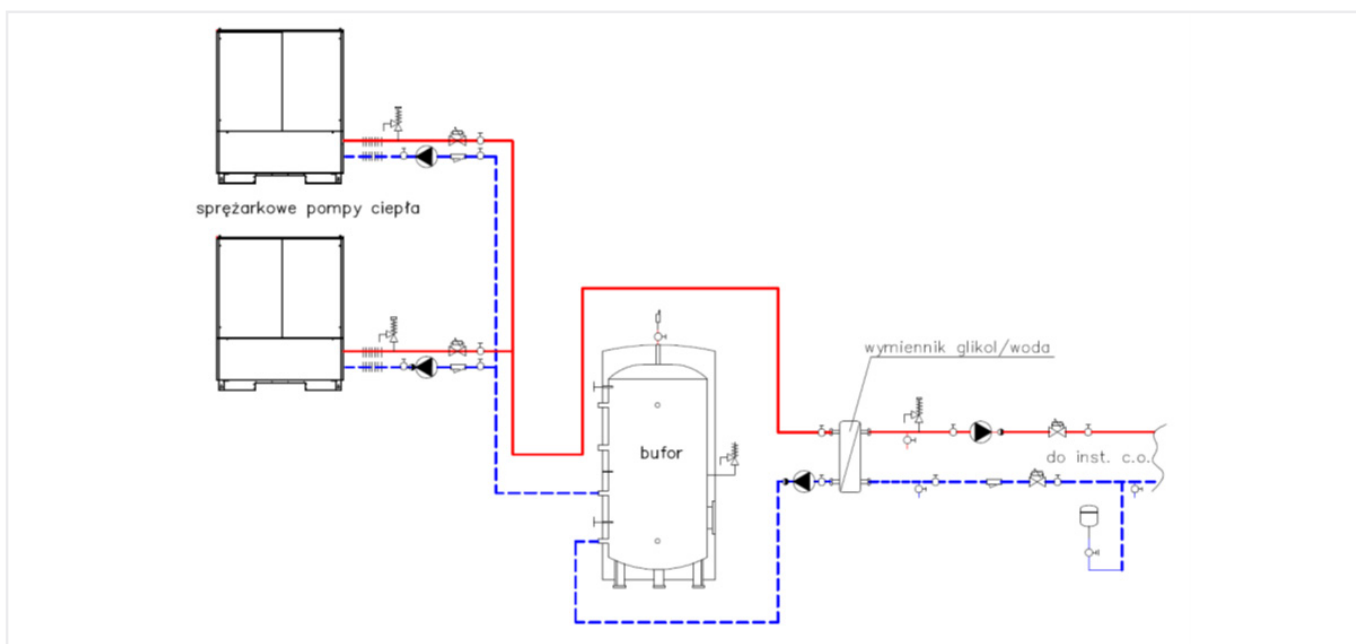
Obliczony wskaźnik EP=320,1 kWh/m²rok znacznie przekracza wartości przyjmowane dla budynku nowego, gdzie zgodnie z WT [12] powinien wynosić nie więcej niż 95,0 kWh/m²rok ale jak wskazano wcześniej – budynek zabytkowy nie musi spełniać przepisów prawa w tym zakresie.

Analiza możliwych do zastosowania źródeł ciepła

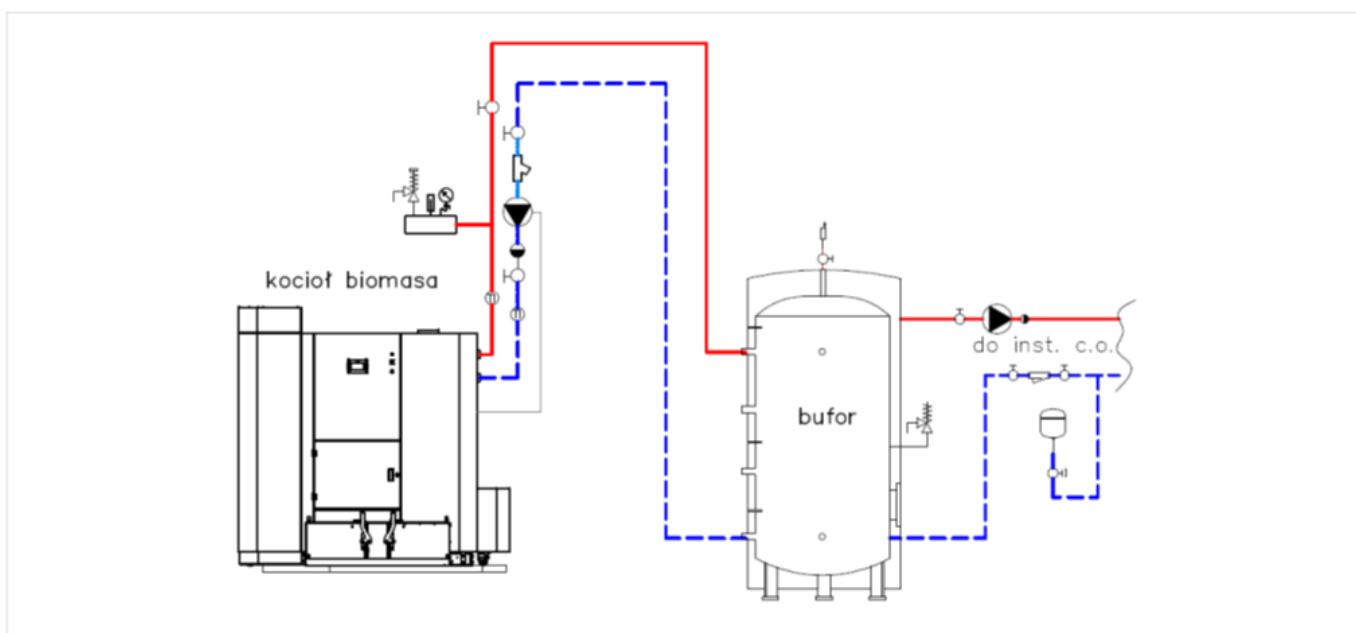
W ocenianym budynku zabytkowym w ostatnich latach wykonano prace dociepleniowe polegające na ułożeniu wełny mineralnej pomiędzy krokiewkami, zatem nie przewiduje się realizacji docieplenia ścian czy wymiany okien. Podobnie nie przewiduje się wymiany instalacji c.o. ponieważ jej stan jest dobry i posiada zawory termostatyczne. Z uwagi jednak na likwidację pobliskiej kotłowni węglowej, przeanalizowano możliwe do realizacji źródła ciepła: wariant I – budowa źródła ciepła w oparciu o gazowe absorpcyjne pompy ciepła (4 szt.; rys. 2), wariant II – sprężar-



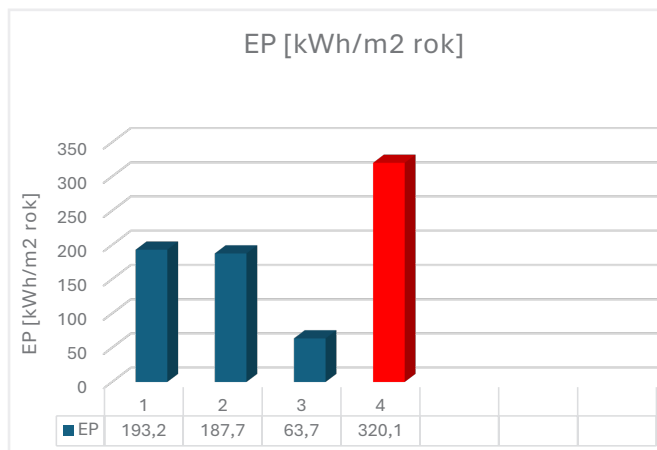
Rys. 2. Schemat hydrauliczny z wykorzystaniem gazowych absorpcyjnych pomp ciepła – wariant I
Fig. 2. Hydraulic diagram using gas absorption heat pumps – variant I.



Rys. 3. Schemat hydrauliczny z wykorzystaniem sprężarkowych pomp ciepła – wariant II
Fig. 3. Hydraulic diagram using compression heat pumps – variant II



Rys. 4. Schemat hydrauliczny z wykorzystaniem kotła opalanego biomasą – wariant III
Fig. 4. Hydraulic diagram using a biomass boiler – variant III



Rys. 5. Obliczone wartości EP dla różnych wariantów źródła ciepła (oznaczenia: 1 – wariant I, 2 – wariant II, 3 – wariant III, 4 – stan istniejący)

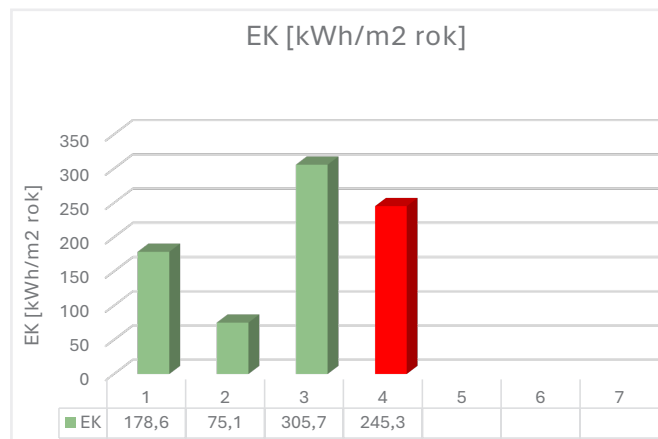
Fig. 5. Calculated PE values for various heat source variants (designations: 1 – variant I, 2 – variant II, 3 – variant III, 4 – existing state)

kowe pompy ciepła typu powietrze/woda (2 szt.; rys. 3), wariant III – kotłownia opalana biomasą (rys. 4). Dwa pierwsze warianty będą wymagały montażu jednostek pomp ciepła na zewnątrz budynku, co wiąże się z akceptacją rozwiązania przez konserwatora zabytków. Ponadto parametry pracy instalacji współpracującej z pompami ciepła są niższe (55–60 °C) niż wykonana w chwili obecnej instalacja grzewcza, a zatem przyjęcie tego wariantu wiąże się z wymianą grzejników w całym budynku na większe gabarytowo. Wykonanie kotłowni opalanej biomasą będzie możliwe po adaptacji pomieszczeń technicznych w piwnicy na pomieszczenie kotłowni i magazynu opału oraz będzie się wiązało z przeprowadzeniem szeregu

Tabela 2. Wyniki obliczeń wskaźników dla analizowanego budynku

Table 2. Results of indicator calculations for the analyzed building

Ogrzewanie	Wariant I	Wariant II	Wariant III
Średnia sezonowa sprawności wytwarzania ciepła, $\eta_{H,g} / \eta_{W,g}$	1,4	3,5	0,85
Średnia sezonowa sprawności przesyłu ciepła, $\eta_{H,d} / \eta_{W,d}$	0,96	0,96	0,96
Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła, $\eta_{H,e}$	0,88	0,88	0,88
Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła, $\eta_{W,s}$	0,95	0,95	0,95
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/m ² rok	193,2	187,7	63,7
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową EK, kWh/m ² rok	178,6	75,1	305,7



Rys. 6. Obliczone wartości EK dla różnych wariantów źródła ciepła (oznaczenia: 1 – wariant I, 2 – wariant II, 3 – wariant III, 4 – stan istniejący)

Fig. 6. Calculated FE values for various heat source variants (designations: 1 – variant I, 2 – variant II, 3 – variant III, 4 – existing state)

prac budowlanych takich jak choćby dobudowa kominów wewnątrz budynku, pogłębienie piwnic do uzyskania wymaganej wysokości, wydzielenie pomieszczeń zgodnie z zasadami przeciwpożarowymi. Każde z rozpatrywanych źródeł ciepła będzie też wymagało zainstalowania zbiornika akumulacyjnego (bufora).

W tab. 2 przedstawiono wyniki obliczeń dla analizowanych systemów grzewczych.

Z tab. 2 wynika, że najniższa wartość wskaźnika EP zostanie osiągnięta przy zastosowaniu źródła ciepła w oparciu o kocioł opalany biomasą EP = 63,7 kWh/m²rok. Dla rozwiązań z gazowymi pompami ciepła osiągnięto EP = 93,2 kWh/m²rok a dla sprężarkowych pomp ciepła 187,7 kWh/m²rok. Porównanie obliczonych wskaźników dla rozpatrywanych wariantów

W tab. 3 przedstawiono obliczone koszty inwestycyjne i eksploatacyjne dla każdego źródła ciepła. Na koszty inwestycyjne oprócz zakupu urządzeń składa się także koszt adaptacji pomieszczeń na kotłownię czy koszt wy-

Tabela 3. Koszty inwestycyjne i eksploatacyjne poszczególnych rozwiązań

Table 3. Investment and operating costs of individual solutionsbuilding

Parametr	Wariant I	Wariant II	Wariant III
Koszty inwestycyjne netto zł	480 000	370 000	405 000
Koszty eksploatacyjne			
Ilość nośnika energii – gaz ziemny, m ³ /rok	9 630	-	-
Ilość nośnika – energia elektryczna, kWh/rok	1530	39 585	1135
Ilość nośnika energii pelet, t/rok	-	-	33,4
Roczny koszt eksploatacji netto, zł	38 357	45 522	48 065
Koszt serwisu, zł/rok	3 000	3 000	3 000
Łączny koszt/rok netto, zł	41 357	48 522	51 065

miany grzejników dla wariantu I i II. Obliczając koszty eksploatacyjne zaproponowanych systemów grzewczych przyjęto następujące ceny nośników energii: gaz ziemny: średnia cena netto 3,8 zł/m³, energia elektryczna: średnia cena netto 1,15 zł/kWh, biomasa (pelet): klasy EnPlus A1 o wartości opałowej 17MJ/kg – cena 1400 zł netto/tona.

Najniższe koszty inwestycyjne osiągnięto dla wariantu II – budowa źródła ciepła w oparciu o pompy sprężarkowe powietrze/woda. Najwyższe dla kotłowni opalanej biomasą ale trzeba zaznaczyć, że około 20% podanych kosztów w tym wariantcie będzie dotyczyło adaptacji pomieszczeń na kotłownię. Jeśli chodzi o koszty eksploatacyjne, to najniższe będą dla wariantu I, gazowe absorpcyjne pompy ciepła. Niewiele drożej wyniesie użytkowanie sprężarkowych pomp ciepła (wariant II).

Podsumowanie

Duże wahania cen nośników energii jakie miały miejsce w ostatnim czasie powodują, że należy coraz większą uwagę zwracać na koszty utrzymania budynków w tym ich ogrzewanie. Dotyczy to zwłaszcza budynków zabytkowych, które charakteryzują się dużym zużyciem energii. Obliczenia wykazały, znaczną redukcję wskaźnika EP dla rozpatrywanych wariantów w odniesieniu do stanu istniejącego. Najniższą wartość wskaźnika EP uzyskano dla rozwiązania z kotłem opalonym biomasą. Zbliżone wartości EP osiągnięto dla pozostałych dwóch wariantów. Redukcja EP przekraczająca 30% może być warunkiem udzielenia dofinansowania ze środków unijnych dla modernizacji źródła ciepła. Jak wykazała analiza koszty eksploatacyjne analizowanych wariantów są najmniejsze dla pomp gazowych. Jednak zgodnie z dyrektywą EPBD Komisji Europejskiej będzie obowiązywał zakaz montażu kotłów gazowych w nowych obiektach już od roku 2030. Dążenie Unii do „zeroemisyjności” budynków spowoduje wcześniej czy później odejście całkowicie od paliw kopalnych. Pod względem inwestycyjnym najtańszym okazał się wariant z wykorzystaniem sprężarkowych pomp ciepła i biorąc pod uwagę najmniejszy zakres prac adaptacyjnych do wykonania w istniejącym budynku jest to bardzo ciekawe rozwiązanie. Za budową kotłowni opalanej biomasą przemawiają wskaźniki energetyczne, minusem jednak jest transport i składowanie paliwa w budynku zabytkowym.

Bibliografia

- [1] Narodowy Instytut Dziedzictwa. (2021, 4 sierpnia). Wszystkie o zabytkach w Polsce pod jednym adresem internetowym. <https://nid.pl/2021/08/04/wszystko-o-zabytkach-w-polsce-pod-jednym-adresem-internetowym/>
- [2] Generalny Konserwator Zabytków. (2020). Standardy termomodernizacji obiektów zabytkowych: Wytyczne Generalnego Konserwatora Zabytków dotyczące ochrony wartości dziedzictwa kulturowego w procesie poprawy charakterystyki energetycznej budowli zabytkowych (Wstęp: Bogumiła Rouba). Narodowy Instytut Dziedzictwa. <https://ksiegarnia.nid.pl/produkt/standardy-termomodernizacji-obiektow-zabytkowych-wytyczne-gkz/>
- [3] Baborska-Narożny, M., Laska, M., Fidorów-Kaprawy, N., Mokrzecka, M., Małyшко, M., Smektała, M., Stefanowicz, E., Piechurski, K. (2021). Thermal comfort and transition from solid fuel heating in historical multifamily buildings—Real-world study in Poland. *Energy and Buildings*, 248, 111178, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111178>
- [4] Żurawski, J. (2020) Termomodernizacja budynków zabytkowych cz.2. *Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska SAPE*. <https://zae.org.pl/wp-content/uploads/2020/10/DAEiS-CZ.1.pdf>
- [5] Cichowicz, R., Jerominko, T., Grzelakowski, T., & Zaguła, A. (2025). Contemporary Challenges for Heating Historic Church Buildings from the Late 19th and Early 20th Centuries. *Energies*, 18(4), 889. <https://doi.org/10.3390/en18040889>
- [6] Jadwiszczok-Molencka, H. (2023). Zasady termomodernizacji budynków zabytkowych. Katowice. <https://przywracamylekit.slaskie.pl/resource/96/Zasady+termomodernizacji+budynk%C3%B3w+zabytkowych.pdf>
- [7] Wolak, I. (2025). Termomodernizacja budynku zabytkowego w kierunku wysokiej efektywności energetycznej i jakości środowiska wewnętrznego. *Rynek Instalacyjny*.
- [8] Minister Infrastruktury i Rozwoju. (2014). Rozporządzenie z dnia 3 czerwca 2014 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej (Dz. U. 2014 poz. 888).
- [9] Sejm Rzeczypospolitej Polskiej. (2014). Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz. U. 2014 poz. 1200).
- [10] Minister Infrastruktury i Rozwoju. (2015). Rozporządzenie z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz. U. 2015 poz. 376).
- [11] Sejm Rzeczypospolitej Polskiej. (2022). Ustawa z dnia 7 października 2022 r. o zmianie ustawy o charakterystyce energetycznej budynków oraz ustawy – Prawo budowlane (Dz. U. 2022 poz. 2206).
- [12] Minister Rozwoju i Technologii. (2022). Obwieszczenie z dnia 15 kwietnia 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2022 poz. 1225).

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 jakiegokolwiek 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.*



Zmiany stężenia zanieczyszczeń pyłowych w budynku użyteczności publicznej z wentylacją mechaniczną

Changes in the concentration of particulate matter pollution in a public building with mechanical ventilation



Dr inż. Maciej Dobrzański

ORCID ID: [0000-0002-7112-0857](https://orcid.org/0000-0002-7112-0857)

Wydział Budownictwa, Architektury
i Inżynierii Środowiska,
Politechnika Łódzka
maciej.dobrzański@p.lodz.pl

Słowa kluczowe: jakość powietrza wewnętrznego, wentylacja mechaniczna, pyły zawieszone, placówka wychowania przedszkolnego

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań jakości powietrza zewnętrznego i wewnętrznego w dwóch salach placówki wychowania przedszkolnego wyposażonego w wentylację mechaniczną nawiewno-wywiewną. Pomiary realizowano w 2023 roku, wykorzystując mobilne czujniki pyłów zawieszonych PM10 i PM2.5 oraz wilgotności i temperatury powietrza, które rozmieszczono wewnątrz oraz na zewnątrz pomieszczeń. Analiza zebranych danych pozwoliła na ocenę stanu powietrza wewnętrznego w pomieszczeniu wykorzystywanym w celach edukacyjnych w odniesieniu do pomieszczenia nieużytkowanego o zbliżonych parametrach budowlanych. Ponadto określono efektywność ograniczania przedostawania się zewnętrznych zanieczyszczeń pyłowych do wnętrza budynku przez wentylację mechaniczną. Wykazano, że stężenie pyłów w pomieszczeniu użytkowanym było średnio o 49% wyższe niż w pomieszczeniu nieużytkowanym. Średnia efektywność zatrzymywania zanieczyszczeń pyłowych PM10 i PM2.5 przez wentylację mechaniczną wynosiła odpowiednio 52 i 37% względem stężenia na zewnątrz. Stwierdzono nieliczne momenty, w których stężenie wewnątrz pomieszczeń byłoby wyższe niż na zewnątrz co świadczy o sprawnej wymianie powietrza zużytego. Ocena wykazała, że jakość powietrza w pomieszczeniach była dobra lub bardzo dobra, a użytkownicy mogą z nich korzystać bezpiecznie. Jednakże wprowadzenie czujników stężenia pyłów zawieszonych sterujących pracą centrali wentylacyjnej mogłoby zniwelować pojawiające się chwilowe zwiększone stężenia pyłów.

Keywords: indoor air quality, mechanical ventilation, particulate matter, preschool education facility

Abstract

This article presents the results of outdoor and indoor air quality tests in two classrooms of a preschool facility equipped with mechanical supply and exhaust ventilation. Measurements were taken in 2023 using mobile PM10 and PM2.5 particulate matter sensors, as well as air humidity and temperature sensors placed indoors and outdoors. Analysis of the collected data allowed for an assessment of indoor air quality in the room used for educational purposes compared to an unused room with similar building parameters. Furthermore, the effectiveness of mechanical ventilation in limiting the ingress of outdoor particulate matter into the building was determined. It was demonstrated that particulate matter concentration in the occupied room was on average 49% higher than in the unoccupied room. The average efficiency of mechanical ventilation in containing PM10 and PM2.5 particulate matter was 52% and 37%, respectively, compared to outdoor concentrations. There were few instances where indoor concentrations were higher than outdoor levels, indicating efficient air exchange. The assessment showed that indoor air quality was good or very good, and users could safely use the rooms. However, the introduction of PM concentration sensors to control the operation of the ventilation unit could mitigate these temporary increases in PM concentrations.

© Polish Association of Sanitary Engineers and Technicians

Wstęp

Problematyka dotycząca wentylacji budynków jest zagadnieniem ciągle rozwijanym i poszerzanym. Dzieje się tak między innymi z powodu dążenia do ograniczenia strat energetycznych wywołanych utratą energii cieplnej wraz z powietrzem usuwanym z budynków [1, 10], ogra-

niczeniem przedostawania się do wnętrza pomieszczeń zanieczyszczeń z powietrza zewnętrznego [2, 4] oraz usprawniania usuwania wszelkiego rodzaju zanieczyszczeń powstających wewnątrz budynków [6]. Przekłada się to na coraz częstsze stosowanie wentylacji mechanicznej w budynkach niezależnie od ich wielkości i przeznaczenia [13, 14]. Zastosowanie wentylacji mechanicznej pozwala na kontrolowaną wymianę powietrza wewnętrznego

(m.in. zapewnienie odpowiedniej krotności wymiany powietrza), odzysk ciepła (m.in. ograniczenie strat energii cieplnej) oraz zmianę parametrów powietrza nawiewanego (m.in. nawilżanie lub osuszanie, schładzanie lub ogrzewanie, czy redukcja zanieczyszczeń powietrza). Poprawne działanie systemu wentylacji mechanicznej wymaga odpowiedniej eksploatacji. Jednym z podstawowych zadań dla eksploatatora/użytkownika jest wymiana filtrów zgodnie z zalecanym przez ich producenta harmonogramem oraz stosowanie filtrów odpowiedniej klasy, odpowiadającej zdolności zatrzymywania zanieczyszczeń, względem wymaganej czystości powietrza dostarczanego do pomieszczeń [3, 11]. Ponadto zachowania użytkownika nie powinny prowadzić

do zakłócania pracy systemu, na przykład poprzez zasłanianie lub zamykanie anemostatów nawiewnych i wywiewnych lub poprzez otwieranie okien, co prowadzi do zaburzenia bilansu wymiany powietrza, a także przedstawianiu się powietrza zewnętrznego z pominięciem centrali wentylacyjnej [7, 15]. Wszelkie zakłócenia pracy systemu powodujące spadek jego efektywności działania, występują szczególnie często w obiektach publicznych, gdzie trudne jest utrzymanie odpowiedzialnego reżimu eksploatacji.

W niniejszym artykule podjęto analizę wpływu użytkownika na skuteczność redukcji stężenia zanieczyszczeń pyłowych w obiekcie użyteczności publicznej stanowiącego oddział przedszkolny wyposażonego w system wentylacji mechanicznej. Pyły zawieszone stanowią jeden z podstawowych parametrów analizowanych w ramach oceny klasy filtracyjnej filtrów stosowanych w centralach wentylacyjnych [8] oraz w ocenie jakości powietrza zewnętrznego [5]. Zgodnie z dyrektywą Unii Europejskiej 2008/50/EC [5] określone są przede wszystkim pyły PM10 oraz PM2,5, a dokładnie ich stężenie średniodobowe i średnioroczne. Według raportu EEA generowane są przede wszystkim przez czynniki antropogeniczne [9]. W Polsce w 68,73% za źródło PM10 i w 84,85% dla PM2,5 odpowiada sektor mieszkalnictwa, instytucji publicznych i przemysł usługowy [9]. To sprawia że w największym stopniu jesteśmy narażeni na negatywne działanie zanieczyszczeń pyłowych w dużych aglomeracjach miejskich. Dlatego powinno się stosować wszelkie środki i systemy ograniczające przedstawianie się zanieczyszczeń z powietrza zewnętrznego do wewnątrz budynków.

Metody

W ramach wykonanych badań dokonano oceny zmian stężenia pyłów zawieszonych PM10 i PM2,5 wewnątrz budynku użyteczności publicznej (Rys. 1) wyposażonego w system wentylacji mechanicznej. Pomiary jakości powietrza przeprowadzono w sposób ciągły w 2023 roku



Rys. 1. Lokalizacja analizowanego budynku na terenie miasta Łódź (źródło mapy: [17])

Fig. 1. Location of the analyzed building in the city of Lodz (map source: [17])

w dwóch salach łódzkiego oddziału przedszkolnego, z których jedna była wykorzystana przez użytkowników (S1), a druga nie (S2) – stanowiła punkt odniesienia. Obie sale miały zbliżone do siebie wymiary i kubaturę wynoszące odpowiednio dla S1 58,54 m² i 182,64 m³ oraz dla S2 66,64 m² i 207,93 m³. Znajdowały się na 1 kondygnacji, budynku 3 kondygnacyjnego i posiadały wspólny system wentylacji nawiewno-wywiewnej z centralą wentylacyjną na najwyższej kondygnacji. Wydajność nawiewu wynosiła 3x172 m³/h, a wywiewu 3x155m³/h. Pomieszczenia wyposażone były w instalację centralnego ogrzewania podłogowego, w którym źródłem ciepła był węzeł ciepłowniczy.

Pomiary realizowano przy użyciu aparatury pomiarowej firmy

Nettigo [12] zamontowanej na zewnątrz i wewnątrz analizowanych pomieszczeń. Aparatura przy użyciu sensorów laserowych mierzyła stężenie pyłów zawieszonych PM10 i PM2,5 (zakres pomiarowy 0-1000 µg/m³, czułość 10000 cząstek na sekundę, rozdzielczość 0,1 µg/m³) oraz czujników wilgotności, temperatury i ciśnienia powietrza. Aparatura dokonywała automatycznych pomiarów co 10 minut, a dane były magazynowane na serwerze. Następnie wykonano analizę numeryczną danych określając średnie stężenie godzinowe i dobowe z podziałem na dni robocze i nierobocze. Wyniki stężeń średniodobowych wewnątrz pomieszczeń porównano do dopuszczalnych poziomów określonych w dyrektywie Unijnej i zaleceniach WHO dla powietrza zewnętrznego.

Zgodnie z dyrektywą UE [5] i wytycznymi WHO [16] (od roku 2021) dopuszczalne stężenie średnie dobowe pyłów PM10 powinno wynosić nie więcej niż odpowiednio 50 i 45 µg/m³, natomiast średnie dobowe stężenie PM2,5 odpowiednio 25 i 15 µg/m³.

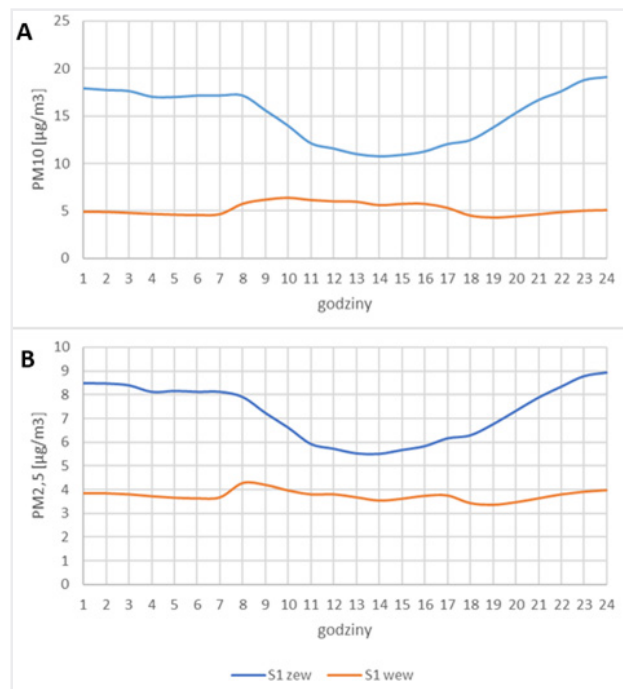
Wyniki

Zebrane dane zostały zagregowane do średnich wartości godzinowych stężenia pyłów zawieszonych PM10 i PM2,5 z podziałem na dni robocze i wolne do pracy z całego okresu badań. Na rys. 2 przedstawiono porównanie zmian stężenia PM10 i PM2,5 na zewnątrz i wewnątrz pomieszczenia użytkowanego S1 w dni robocze.

Rys. 2. Zmiana stężenia średnio godzinowego PM10 (A) i PM2,5 (B) w dni robocze dla użytkowanej sali S1

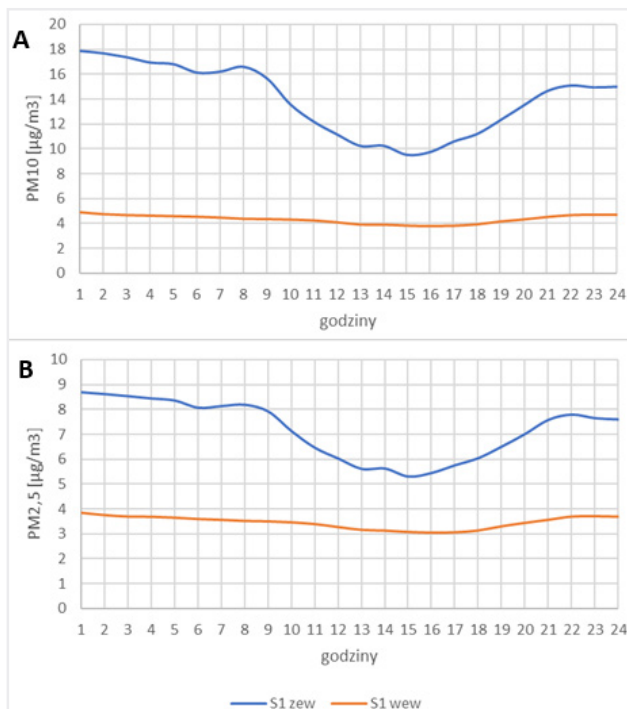
Fig. 2. Change in the average hourly concentration of PM10 (A) and PM2,5 (B) on weekdays for the classroom S1 in use

Zaobserwowano, że od około godziny 8 na zewnątrz stężenie pyłów malało średnio o 35% do godziny 14, a następnie zwiększało się sukcesywnie do godziny 24. Odzwierciedlana to prawdopodobnie cykl przeważającego źródła pyłów zawieszonych jakim są indywidualne źródła ciepła, które użytkowane są szczególnie intensywnie



Rys. 2. Zmiana stężenia średnio godzinowego PM10 (A) i PM2.5 (B) w dni robocze dla użytkowanej sali S1

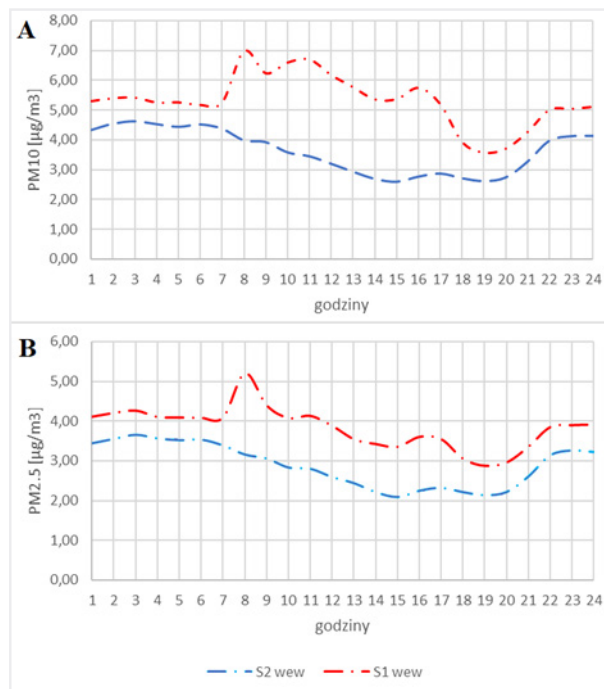
Fig. 2. Change in the average hourly concentration of PM10 (A) and PM2.5 (B) on weekdays for the classroom S1 in use



Rys. 3. Zmiana stężenia średnio godzinowego PM10 (A) i PM2.5 (B) w dni wolne dla użytkowanej sali S1

Fig. 3. Change in average hourly concentrations of PM10 (A) and PM2.5 (B) on days off for classroom S1 in use

w okresie nocnego obniżenia temperatury powietrza zewnętrznego. Ponadto w ciągu dnia występują statystycznie wyższe prędkości wiatru, usprawniające rozpraszanie zanieczyszczeń pyłowych. Natomiast wewnątrz sali S1 zauważalny jest wzrost stężenia zanieczyszczeń pyłowych na przełomie godziny 7 i 8, co koreluje z rozpoczęciem pracy przedszkola dotyczącej opieki nad dziećmi. Szczególnie widoczne było to w odniesieniu do pyłów PM2.5 (Rys. 2B), których stężenie zwiększało się średnio o 18% względem godzin porannych. Następnie na przełomie godziny 17 i 18



Rys. 4. Porównanie zmian stężenia średnio godzinowego PM10 i PM2.5 wewnątrz sali S1 i S2 w dni robocze

Fig. 4. Comparison of changes in the average hourly concentration of PM10 and PM2.5 inside classrooms S1 and S2 on weekdays

następował spadek stężenia PM10 i PM2.5, co wiązało się z opuszczaniem sali przez ostatnich użytkowników.

Pierwszym punktem odniesienia dla opisanych obserwacji (rys. 2) są uśrednione godzinowe wyniki pomiarów w sali S1, w czasie dni wolnych (sobota-niedziela) (rys.3).

Na rys. 3 widoczne są wyraźne zmiany stężenia pyłów zawieszonych na zewnątrz budynku i były one zbliżone do cyklu zmian obserwowanych na zewnątrz w dni robocze. Oznacza to, że podział na dni robocze i nie robocze nie wpływał na dzienny cykl zmiany stężenia zanieczyszczeń pyłowych w powietrzu zewnętrznym. Najistotniejszym aspektem z rys. 3 są przedstawione stężenia pyłów zawieszonych wewnątrz sali S2. Dla pyłów PM10 i PM2.5 nie zaobserwowano, żadnych istotnych zmian stężenia w ciągu soboty i niedzieli, odmiennie względem sali S2 w dni robocze. Potwierdza to hipotezę wpływu użytkownika na zmianę stężenia zanieczyszczeń pyłowych.

W celu dokładnego potwierdzenia hipotezy przeprowadzono pomiary w sali S2, która przez okres badań była wyłączona z użytkowania. Na rys. 4 porównano ze sobą wyniki średnio godzinowe stężenia pyłów zawieszonych w dni robocze zmierzone w sali S1 i S2.

W sali S1 występują znaczące zmiany stężenia zanieczyszczeń od godziny 7 do godziny 17, kiedy w tym samym czasie w sali S2 nie występują żadne gwałtowne zmiany (jedyne obserwowane wahania odnoszą się do korelacji z cyklem zmian stężeń na zewnątrz budynku).

W sali użytkowanej S1 stężenie PM10 i PM2.5 było średnio wyższe niż w sali S2 odpowiednio o 76% i 42% między godzinami 7–17. Dowodzi to, że użytkowanie sali powoduje powstawanie pyłów zawieszonych lub ich wtórne unoszenie z posadzki wewnątrz pomieszczenia, które następnie usuwane są poprzez wentylację mechaniczną. Ponadto należy pokreślić zaobserwowane chwilowe zwiększenia stężenia pyłów PM10 i PM2.5 w godzinach

8, 11 i 16 w sali S1. Wiązały się one z zaobserwowanym otwieraniem oknie w celu tak zwanego „wietrzenia sali” przez pracowników placówki, przekładającym się na zakłócenie pracy wentylacji mechanicznej i dostaniem się do środka pomieszczenia zanieczyszczeń pyłowych z zewnątrz. Powoduje to brak możliwości ich zatrzymania na filtrach centrali wentylacyjnej, co jest szczególnie widoczne na rysunku 4B w przypadku nagłego zwiększenia stężenia PM_{2.5} z godziny 7 do 8, a następnie jego obniżenie z godziny 8 do 10. W sali S2 wyłączone z użytkowania nie zaobserwowano takich sytuacji.

Wnioski

Przeprowadzone badania wykazały, że użytkownik ma znaczący wpływ na wysokość i zmianę stężeń zanieczyszczeń pyłowych wewnątrz budynku użyteczności publicznej wyposażonego w wentylację mechaniczną. Zwiększenie stężenia pyłów PM₁₀ średnio o 40% i PM_{2.5} o 20% (względem pozostałych godzin), występowało w dni robocze od godziny 7 do godziny 17 i było spowodowane obecnością użytkownika. Jednakże dzięki zastosowaniu wentylacji mechanicznej wewnątrz pomieszczenia S1 stężenie PM₁₀ utrzymywało się na poziomie o 63% oraz dla PM_{2.5} o 47% niższym niż na zewnątrz w dni robocze (średnia z 24 godzin). Proporcje te pogarszały się w czasie użytkowania sali S1, wówczas stężenie PM₁₀ było o 53%, a dla PM_{2.5} o 38% niższe niż na zewnątrz. Odnosząc wyniki do dopuszczalnych poziomów stężenia średniodobowego pyłów zawieszonych (wg. dyrektywy UE i zaleceń WHO) można stwierdzić, że wewnątrz pomieszczenia S1 i S2 nie zostały one przekroczone. Pomijając 1% wyników najwyższych i najniższych, stężenie średniodobowe wewnątrz PM₁₀ mieściło się w zakresie 1,70–18,75 µg/m³, a w przypadku PM_{2.5} w zakresie 1,11–13,36 µg/m³.

Bibliografia

- [1] Amanowicz, Ł., Ratajczak, K., & Dudkiewicz, E. (2023). Recent advancements in ventilation systems used to decrease energy consumption in buildings—literature review. *Energies*, 16(4), 1853. <https://doi.org/10.3390/en16041853>
- [2] Cichowicz, R., & Dobrzański, M. (2021). Indoor and outdoor concentrations of particulate matter and gaseous pollutants on different floors of a university building: a case study. *Journal of Ecological Engineering*, 22(1). <https://doi.org/10.12911/22998993/128859>
- [3] Dobrzański, M., & Cichowicz, R. (2024). Wpływ rodzaju wentylacji na stężenie pyłów zawieszonych wewnątrz budynków mieszkalnych. *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja*, 55. <https://doi.org/10.15199/9.2024.1.3>
- [4] Dobrzański, M., & Szymczakowski, O. (2024). Analiza stężenia pyłów zawieszonych w powietrzu wewnętrznym na podstawie jakości powietrza zewnętrznego w szkolnych obiektach sportowych z wentylacją grawitacyjną. *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja*, 55. <https://doi.org/10.15199/9.2024.12.3>
- [5] European Parliament and Council of the European Union. (2008). Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe (OJ L 152, 11.6.2008, pp. 1–44). Pobrano 2 listopada 2025 z <http://data.europa.eu/eli/dir/2008/50/oj>
- [6] Jung, C., & Abdelaziz Mahmoud, N. S. (2023). Ventilation strategies for mitigating indoor air pollutants in high-rise residential buildings: a case study in Dubai. *Atmosphere*, 14(11), 1600. <https://doi.org/10.3390/atmos14111600>
- [7] Mysen, M., Berntsen, S., Nafstad, P., & Schild, P. G. (2005). Occupancy density and benefits of demand-controlled ventilation in Norwegian primary schools. *Energy and Buildings*, 37(12), 1234–1240. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2005.01.003>
- [8] Polski Komitet Normalizacyjny. (2017). PN-EN ISO 16890: Przeciwpółowe filtry powietrza do wentylacji ogólnej.
- [9] European Environment Agency. (2025). Air quality in Europe: Status report 2025. European Environment Agency. Pobrano 2 listopada 2025 z <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/air-quality-status-report-2025>
- [10] Rashid, F. L., Al-Obaidi, M. A., Al Maimuri, N. M., Ameen, A., Agyekum, E. B., Chibani, A., & Kezzar, M. (2025). Mechanical ventilation strategies in buildings: a comprehensive review of climate management, indoor air quality, and energy efficiency. *Buildings*, 15(14), 2579. <https://doi.org/10.3390/buildings15142579>
- [11] Ratajczak, K. (2022). Ventilation strategy for proper IAQ in existing nurseries buildings—lesson learned from the research during COVID-19 pandemic. *Aerosol and Air Quality Research*, 22(3), 210337. <https://doi.org/10.4209/aaqr.210337>
- [12] Nettigo. (b.d.). Nettigo Air Monitor 0.3 – sensory pomiarowe. Pobrano 2 listopada 2025 z <https://nettigo.pl/products/nettigo-air-monitor-0-3-zlutowany-kompletny-zlutowany-zestaw-wersja-pro-z-zewnetrzna-antena>
- [13] Shi, Y., & Li, X. (2020). Effect of mechanical ventilation on infiltration rate under stack effect in buildings with multi-layer windows. *Building and Environment*, 170, 106594. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106594>
- [14] Tognon, G., Marigo, M., De Carli, M., & Zarrella, A. (2023). Mechanical, natural and hybrid ventilation systems in different building types: Energy and indoor air quality analysis. *Journal of Building Engineering*, 76, 107060. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.107060>
- [15] Torresin, S., Aletta, F., Oberman, T., Albatici, R., & Kang, J. (2024). Factors influencing window opening behavior and mechanical ventilation usage during summertime: A case study in UK dwellings. *Building and Environment*, 263, 111880. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111880>
- [16] World Health Organization. (2021). WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization. Pobrano 2 listopada 2025 z <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>
- [17] Google. (b.d.). Google Maps. Pobrano 2 listopada 2025 z <https://www.google.pl/maps>

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 jakiegokolwiek 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.

Wymienniki ciepła do instalacji HVAC – kluczowe aspekty jakości, projektowania i eksploatacji



Adam Hajduk

ENA WENT Sp. z o.o.

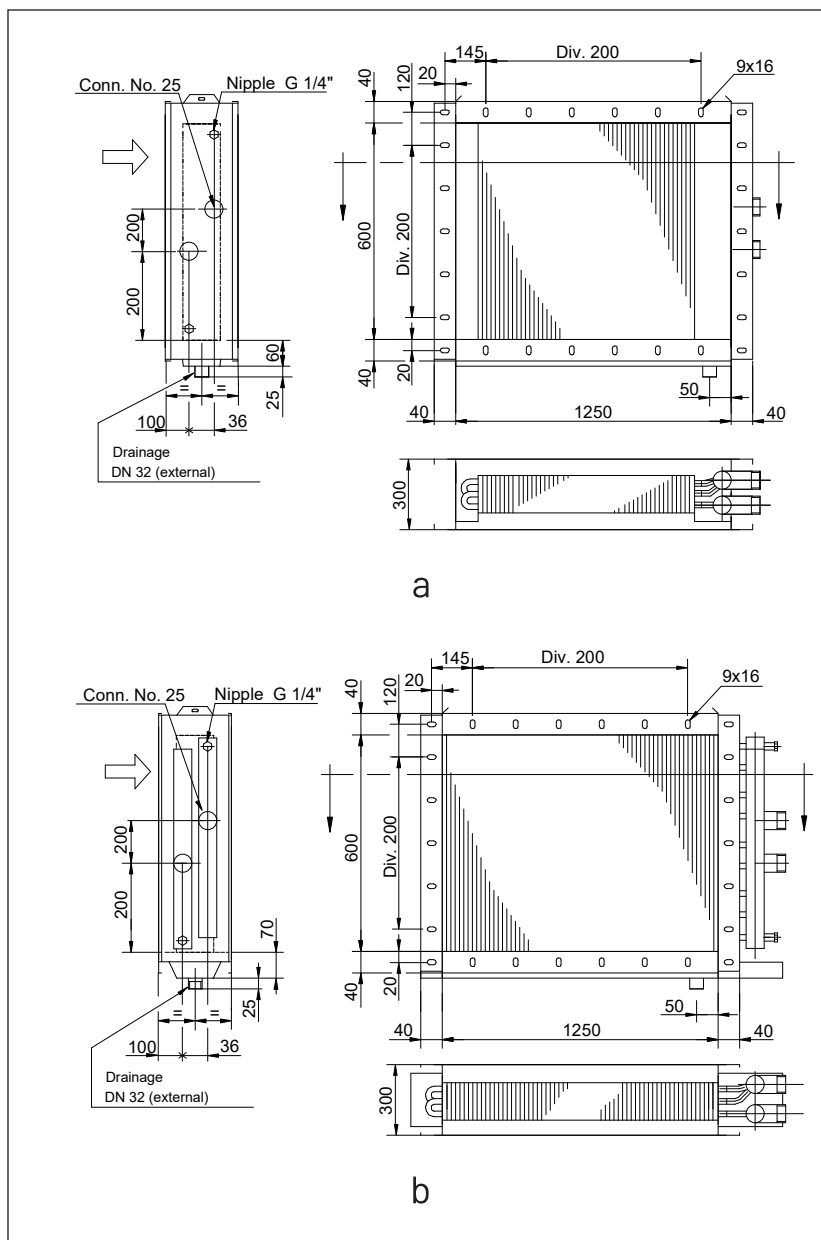
Wymienniki ciepła są jednym z podstawowych elementów stosowanych w instalacjach ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji (HVAC) oraz w instalacjach przemysłowych. Nagrzewnice i chłodnice wodne /glikolowe kanałowe, nagrzewnice i chłodnice freonowe kanałowe choć wydają się urządzeniami nieskomplikowanymi i prostymi w konstrukcji (podobnie jak nagrzewnice elektryczne kanałowe), kryją w sobie szereg wyzwań produkcyjnych, które decydują o ich ostatecznej jakości i efektywności. Należy mieć na uwadze, że narzędzia projektowe, choć umożliwiają prognozowanie parametrów urządzenia i dopasowanie ich do konkretnych instalacji, jednak rzeczywiste wartości parametrów użytkownych wynikają z ich produkcji i mogą odbiegać od założeń, ponieważ podczas eksploatacji istnieje możliwość powstawania przepływów laminarnych, które powodują konieczność zwiększenia pola wymiany ciepła (większa ilość rzędów, mniejszy odstęp lamel, większy wymiar) w stosunku do przepływu turbulentnego, aby uzyskać ten sam efekt wydajnościowy. Innym problemem może być również nieprawidłowa wartość ciśnienia w wymiennikach po stronie czynnika. Ryzyko ciśnieniowe w rurkach jest określane odpowiednią kategorią zdefiniowaną w przepisach. Klasyfikacja PED (Pressure Equipment Directive) dzieli urządzenia ciśnieniowe na cztery kategorie ryzyka (I, II, III, IV), gdzie kategoria I oznacza najniższy stopień zagrożenia, a IV najwyższy. Ocenę zgodności dla kategorii II-IV zawsze musi przeprowadzić jednostka notyfikowa-

na (np. TUV, UDT-CERT), natomiast dla kategorii I może to być samoocena producenta. Klasyfikacja uwzględnia m.in. parametry cieczy roboczej i jej właściwości (np. toksyczność, łatwopalność), które są podzielone na dwie grupy: I (płyny niebezpieczne) i II (pozostałe). Klasyfikacja PED

		Declaration of conformity PED 014/68/EU Försäkran om överstämmelse QLAZ-06-80	
Hereby Modine Söderköping AB confirms that the product is manufactured according to Module A according to PED 2014/68/EU. The product is designed according harmonized standards EN 13445-2, EN 13445-3 and /or EN 13480 Modine is certified according EN 3834-2 and welding and brazing operations are co-ordinated by International Welding Specialist (IWS)			
Description of Pressure Equipment:	Finned Heat Exchanger		
Conformity Assessment Procedure:	Module A acc to PED 2014/68/EU		
	Cat. I		
Notified Body carrying out Inspection and monitoring the manufactures Quality assurance system:	Kiwa Inspecta Sweden AB NB No. 0409		
Product Certificate:	QLAZ 0660		
Quality Assurance system:	ISO 9001:2015		
Applied harmonised standards:	EN 13445 Swedish Pressure Vessel Code EN 13480 Swedish piping code		
Swedish regulation::	AFS:2016:1		
Modine Söderköping AB 2020-02-25 Giovanni Franco Technical Manager			

Rys. 1. Deklaracja zgodności potwierdzająca wykonanie wg dyrektywy PED 014/68/EU, w kategorii I

Źródło: materiały producenta – Modine Söderköping AB, certyfikat PED



Rys. 2. Konstrukcje obudowy wymiennika

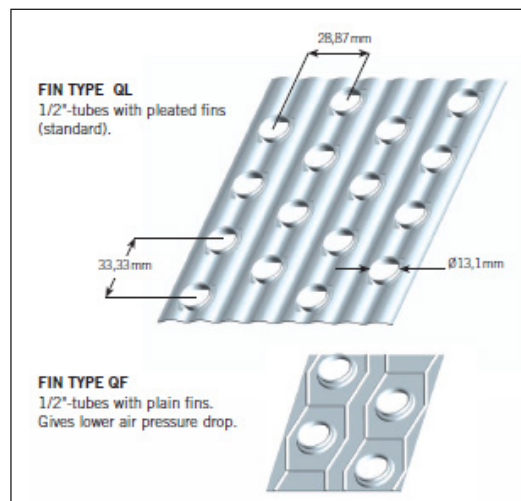
Źródło: materiały producenta – Modine Söderköping AB, rysunki konstrukcyjne

według kategorii

- **Kategoria I:** najniższy stopień zagrożenia; w tym przypadku ocena zgodności może być przeprowadzona samodzielnie przez producenta.
- **Kategoria II–IV:** wymagana obecności jednostki notyfikowanej (np. TUV, UDT-CERT) do przeprowadzenia oceny zgodności.
- **Kategoria IV:** najwyższy stopień ryzyka.

Przy wyższych wartościach ciśnienia po stronie czynnika konieczna jest weryfikacja urządzenia przez niezależne laboratorium certyfikujące. Na rysunku nr 1 przedstawiono przykład dokumentu wystawianego przez producenta wymienników kanałowych dla kategorii I z danymi jednostki monitorującej system jakości producenta.

Po doborze urządzenia należy zatem rozważyć czy teoria wyrażona w karcie doborowej będzie przełożona na dostarczone urządzenie, a wyprodukowany wymiennik zgodny z oczekiwaniami. Nawet niewielkie odchylenia geometryczne mogą wpływać na szczelność i efektywność



Rys. 3. Rodzaje profili lamel

Źródło: materiały producenta – Modine Söderköping AB

wymiennika, z tej przyczyny nowoczesny park maszynowy, precyzja technologiczna, kontrola jakości na każdym etapie produkcji, stosowanie właściwych materiałów itp. są szczególnie istotne i pozwalają na seryjne wytwarzanie wymienników o powtarzalnych parametrach.

Jednym z najważniejszych elementów, na który projektant powinien mieć wpływ w momencie doboru urządzenia do danego zastosowania, jest konstrukcja wymiennika, która finalnie wpływa na koszty inwestycyjne i eksploatacyjne instalacji a także zabezpieczenie przed ryzykiem przecieków, strat energetycznych, awarii, itp. W kolejnych punktach scharakteryzowano aspekty konstrukcyjne, które mogą wpływać na efektywność danego wymiennika.

1. **Obudowa:** Materiał obudowy uzależniony jest od miejsca zastosowania urządzenia, przy czym nie zawsze jest potrzeba stosowania stali nierdzewnej lub kwasoodpornej. W podstawowych aplikacjach można stosować stal ocynkowaną, ale niedużo droższy jest Alucynk lub Magnelis, który pozwala na stosowanie wymiennika w środowisku korozyjnym (nawet o kategorii C4 lub C5). Najczęściej spotykaną konstrukcją obudowy wymienników kanałowych jest jego wykonanie z zewnętrznymi kolektorami (rysunek 2 „a”), jednak nieznacznie droższa konstrukcja z zabudowanym kolektorem i zabudowanymi kolankami (rysunek 2 „b”) pozwala na zminimalizowanie ryzyka przecieku powietrza, które może pojawić się przy przejściu kolanek i rurek przez obudowę. Konstrukcję z zabudowanymi kolektorami sugeruje się stosować przy sprężach w instalacji przekraczających 300Pa. Dużą zaletą tej konstrukcji jest też fakt, że taca ociekowa nie wychodzi poza obrys kanału co pozwala na wyeliminowanie ryzyka przelania tacy znajdującej się pod kolektorem
2. **Lamele:** Lamele można wykonać z aluminium, miedzi lub z powłokami antykorozyjnymi. Na decyzję o wyborze materiału, z którego mają być wykonane lame-

Tabela 1. Prawidłowe prędkości powietrza i czynnika w wymienniku.

Prędkość	Chłodzenie	Grzanie
Prędkość powietrza, m/s	2–2,9A	2-5
Prędkość czynnika, m/s	0,2B–2C	0,2B–1,5C

Wyjaśnienie do oznaczeń zastosowanych w tabeli: A) Przy prędkości większej niż 2,9 m/s konieczne jest zastosowanie odkraplacza, dobrą praktyką jest jego stosowanie od prędkości 2,5 m/s; B) Minimalna prędkość zależy od temperatury czynnika; C) Maksymalna prędkość dla rurek miedzianych ze względu na ryzyko erozji

Tabela 2. Porównanie parametrów chłodziń kanałowych przy różnych ilościach przejść czynnika przez przepływające powietrze.

8 przejść, 23kPa		6 przejść; 10kPa	
Id		Id	
Capacity	15.9 kW	Capacity	13.7 kW
Flow rate	3000 ml/h	Flow rate	3000 ml/h
Temperature in	30.0 deg C	Temperature in	30.0 deg C
Humidity in	45 %	Humidity in	45 %
Temperature out	18.0 deg C	Temperature out	19.0 deg C
Humidity out	82 %	Humidity out	80 %
Condensate	1.4 g/s	Condensate	0.9 g/s
Pressure drop, wet / dry	64 / 54 Pa	Pressure drop, wet / dry	61 / 54 Pa
Velocity	2.0 m/s	Velocity	2.0 m/s
Water with 35 % Ethylene Glycol		Water with 35 % Ethylene Glycol	
Flow rate	0.71 l/s	Flow rate	0.61 l/s
Temperature in	6.0 deg C	Temperature in	6.0 deg C
Temperature out	12.0 deg C	Temperature out	12.0 deg C
Pressure drop	23 kPa	Pressure drop	10 kPa
Velocity	1.1 m/s	Velocity	0.8 m/s
Max working pressure	1.6 MPa	Max working pressure	1.6 MPa
Max working temperature	110 °C	Max working temperature	110 °C
PED (2014/68/EU)	Art 4.3	PED (2014/68/EU)	Art 4.3
Width	1000 mm	Width	1000 mm
Height	500 mm	Height	500 mm
No. of tube rows	3	No. of tube rows	3
Fin pitch	2.0 mm	Fin pitch	2.0 mm
No. of liquid passes	8	No. of liquid passes	6
Connection number	DN 1x25	Connection number	DN 1x25
Face area / Heat surface	0.43 / 33 m ₂	Face area / Heat surface	0.43 / 33 m ₂
Weight / Volume	29 / 6.4 kg / l	Weight / Volume	29 / 6.4 kg / l

le, wpływają takie czynniki jak: warunki pracy urządzenia, wymagania higieniczne, oczekiwana trwałość oraz aspekty ekonomiczne. Najpopularniejszym materiałem lamel jest aluminium, ale należy pamiętać, że istnieje też możliwość wykonania lamel miedzianych. Wprawdzie są one dużo droższe, ale mają wyższą przewodność cieplną oraz lepszą odporność na środowiska agresywne. Stosowane są szczególnie tam gdzie liczy się trwałość, odporność na korozję, skuteczna wymiana ciepła i higiena pracy urządzeń. W przypadku lamel aluminiowych można stosować ich różne grubości, od standardowej grubości wynoszącej 0,11 mm do 0,38mm. Grubsze lamele są bardziej sztywne, bardziej bezpieczne przy konieczności częstego mycia środkami myjącymi pod ciśnieniem. Grubsze lamele stosuje się również w instalacjach, w którym powietrze może być mocniej zabrudzone i istnieje ryzyko ścierania materiału. Kolejnym bardzo ważnym elementem jest ich profil – standardowo stosowane są lamele karbowane (oznaczenie QL na rysunku 3), ale drugą ich wersją, trochę droższą, są lamele płaskie (oznaczenie QF na rysunku 3) pozwalające na redukcję spadku ciśnienia po stronie powietrza nawet o ok. 20%.

3. Rurki wymiennika: Grubości najczęściej stosowanych

rurek to 0,32 mm, 0,65 mm i 0,85 mm. Grubsze rurki stosowane są przy wyższych wymaganiach ciśnieniowych, np. przy pracy przy wyższych temperaturach. Przy wyższych temperaturach niż 110°C rurki nie powinny być cieńsze niż 0,65 mm. Narzędzia doborowe producentów powinny podpowiadać jaka powinna być ich grubość przy danym zastosowaniu.

Przy rozważaniach dotyczących kanałowych chłodziń i nagrzewnic warto zwrócić również uwagę na przepływ czynnika i powietrza, tj. wymienniki zawsze są montowane w układzie przepływu przeciwpłukowego w stosunku do kierunku przepływu powietrza, gdyż montaż w układzie współprądowym powoduje spadek wydajności nawet o ok. 20%. Ponadto w dobranym przez projektanta wymienniku, prędkości czynnika grzewczego/chłodzącego i powietrza powinny odpowiadać wartościom z poniżej tabeli 1.

Efektywna praca urządzeń zależy również od prawidłowego doboru parametrów hydraulicznych, w tym spadku ciśnienia po stronie czynnika grzewczego lub chłodzącego. Optymalny spadek jest kompromisem pomiędzy efektywnością wymiany ciepła, a zużyciem energii przez pompę oraz trwałością instalacji. Im wyższy spadek ciśnienia tym większa moc wymagana do napędu pomp, ryzyko

erozji rur i uszkodzeń mechanicznych; zbyt niski spadek oznacza zbyt małą prędkość przepływu, co prowadzi do pogorszenia wymiany ciepła i ryzyka powstawania stref nie przepływowych, może skutkować niedostatecznym ogrzaniem/ochłodzeniem powietrza, sprzyja powstawaniu osadów i zapowietrzeniu instalacji. Praktyka projektowa i eksploatacyjna stanowi, że najbardziej optymalne spadki ciśnienia czynnika zawierają się w przedziale od kilku do kilkunastu kPa.

Kolejnym parametrem odnoszącym się do przepływu przez zawór jest współczynnik przepływu (Kvs), który określa wartość przepływu przez zawór przy określonym spadku ciśnienia. Optymalne wartości Kvs zawierają się w przedziale: 1,0–4,0 m³/h dla nagrzewnic i chłodnic o małej i średniej mocy (do ok. 20 kW); 4,0–10,0 m³/h dla większych urządzeń (20–50 kW); Powyżej 10,0 m³/h dla urządzeń dużej mocy (powyżej 50 kW). Warto pamiętać, że zawory o zbyt dużym Kvs mogą powodować utratę precyzji regulacji i trudniejsze sterowanie, natomiast zbyt niski Kvs skutkuje zbyt dużymi oporami przepływu i niedostatecznym ogrzaniem/ochłodzeniem powietrza.

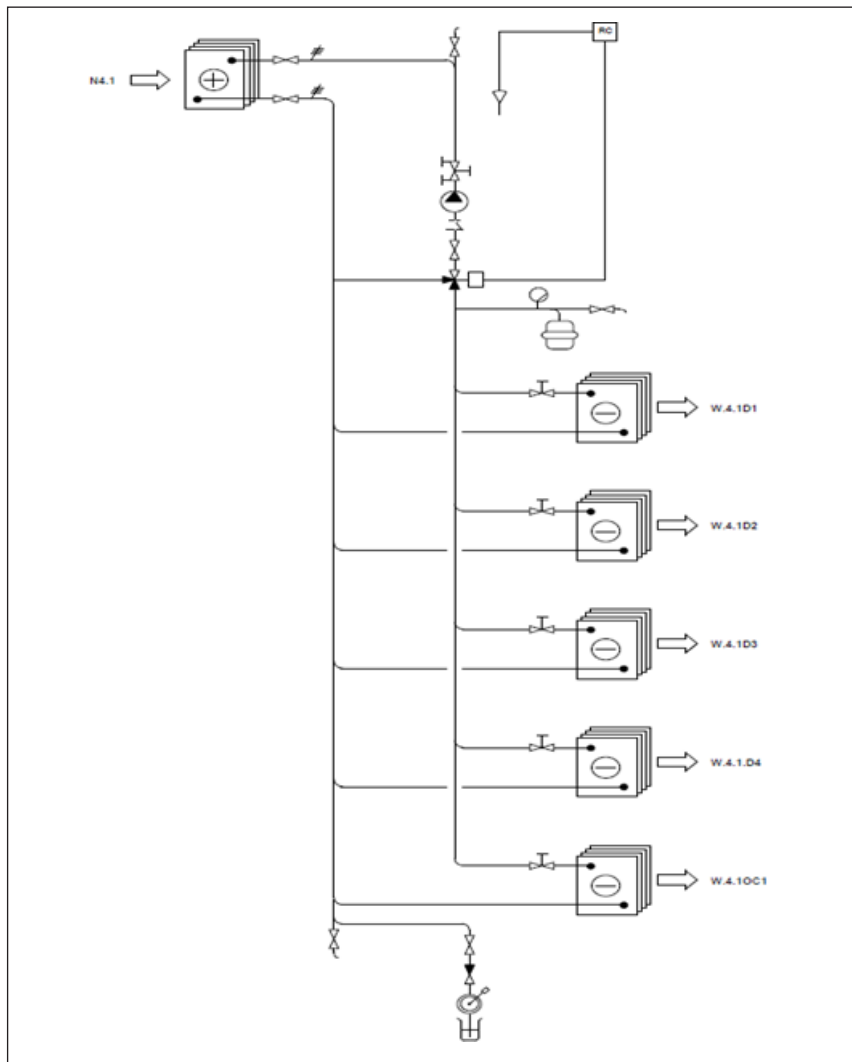
Elementem konstrukcyjnym wymienników decydującym o spadku ciśnienia po stronie czynnika jest również tzw. ilość obiegów, rozumiana jako ilość przejść czynnika przez przepływające powietrze – im mniejsza ilość przejść tym mniejsze spadki ciśnienia. Określenie wielkości spadku ciśnienia przy niewielkiej zmianie ilości przejść ilustruje przykład przedstawiony w Tabeli 2.

W obu przykładach osiągamy schłodzenie do ok. 20°C, niemniej jest ono osiągane przy ponad dwukrotnej różnicy w wartości spadku ciśnienia. Widzimy zatem jak bardzo dany element konstrukcyjny, pozwala na optymalizację projektową urządzenia.

W rozważaniach dotyczących kanałowych wymienników ciepła do instalacji HVAC warto przyrzeć się również wielowymiennikowym układom odzysku ciepła, którego przykładowy schemat przedstawiamy na Rysunku 4.

Najbardziej rozpowszechnione są systemy montowane w centralach wentylacyjnych z jednym wymiennikiem w sekcji nawiewnej i jednym w sekcji wywiewnej. Istnieje jednak możliwość pracy na układach wielowymiennikowych kanałowych lub takich, w których łączymy wymienniki kanałowe z wymiennikami montowanymi w centralach.

Efektywne wykorzystanie energii cieplnej odzyskiwanej z powietrza wywiewanego przyczynia się do obniżenia kosztów eksploatacyjnych obiektu. Jednak opłacalność wdrożenia zależy od bilansu energetycznego, kosztów inwestycji i eksploatacji. Przed podjęciem decyzji o zastosowaniu takiego rozwiązania konieczne jest przeprowadzenie analizy opłacalności. Istnieje jednak możliwość odpowiedniego doboru wymienników w układach odzysku



Rys. 4. Schemat wielowymiennikowego układu odzysku ciepła
Źródło: materiały producenta – Modine Söderköping AB

ciepła. Każdy wymiennik może być indywidualnie dostosowywany pod względem konstrukcji, stosowanych materiałów, parametrów technicznych co powoduje, że jego zastosowanie może okazać się opłacalne na wielu obiektach, począwszy od budynków komercyjnych a skończywszy na przemysłowych.

Układy odzysku są rozwiązaniem polecanym przede wszystkim w obiektach o dużym i ciągłym zapotrzebowaniu na świeże powietrze, w obiektach gdzie nie ma możliwości mieszania strumieni powietrza i gdzie odległości pomiędzy częścią nawiewną i wywiewną są duże. Najlepiej sprawdzają się w różnego rodzaju przemyśle, np. farmaceutycznym lub spożywczym, ale również na takich obiektach jak biurowe czy szpitale, zatem wszędzie, gdzie występuje intensywna ciągła wentylacja. Dodatkowo połączenie układu odzysku z innym odbiornikiem niż instalacja wentylacji, np. za pomocą wymiennika płytowego, można przekazywać energię cieplną do wstępnego podgrzania płynu, np. podgrzewanie wody na powrocie do kotłowni, ciepłej wody użytkowej, wody do myjek, itp.

Jeszcze jednym bardzo ważnym zagadnieniem, które występuje w wielu obiektach (szczególnie przemysłowych) jest konieczności zabezpieczenia chłodnic i nagrzewnic kanałowych przed działaniem korozji. Korozja jest odpowiedzialna za około 40% wszystkich awarii w systemach

Tabela 3. Kategorie korozyjności atmosfery wg PN-EN ISO 12944-2

KATEGORIA KOROZYJNOŚCI	PRZYKŁADY ŚRODOWISK TYPOWYCH DLA KLIMATU UMIARKOWANEGO	
	NA ZEWNĄTRZ	WEWNĄTRZ
1 – Bardzo mała	Nie dotyczy	Ogrzewane budynki z czystą atmosferą, np. biura, sklepy, szkoły, hotele.
2 – Mała	Atmosfery w małym stopniu zanieczyszczone. Głównie tereny wiejskie.	Budynki nieogrzewane, w których może mieć miejsce kondensacja, np. magazyny, hale sportowe.
3 – Średnia	Atmosfery miejskie i przemysłowe, średnie zanieczyszczenie tlenkiem siarki (IV). Obszary przybrzeżne o małym zasoleniu.	Pomieszczenia produkcyjne o dużej wilgotności i pewnym zanieczyszczeniu powietrza, np. zakłady spożywcze, pralnie, browary, mleczarnie.
4 – Duża	Obszary przemysłowe i obszary przybrzeżne o średnim zasoleniu.	Zakłady chemiczne, pływalnie, stocznie remontowe statków i łodzi.
5 – Bardzo duża (morska i przemysłowa)	Obszary przemysłowe o dużej wilgotności i agresywnej atmosferze. Obszary przybrzeżne oddalone od brzegu w głąb morza o dużym zasoleniu.	Budowle lub obszary z prawie ciągłą kondensacją wilgoci i dużym zanieczyszczeniem.

Tabela 4. Przykłady zastosowania powłoki ElectroFin

Miejsce instalacji	Właściwości	Substancje agresywne	Ochrona ElectroFin®
Elektrownie	Produkty spalania	Tlenki siarki (SO _x), Tlenki azotu (NO _x), Chlorki, Fluorki, CO, Lotne związki organiczne	DOSKONAŁA
Przemysł chemiczny	Emisja zanieczyszczeń	Amoniak, Chlorki, NO _x , SO _x	DOSKONAŁA
Produkcja biopaliw	Emisja zanieczyszczeń	Amoniak, SO _x , NO _x , HC, Lotne związki organiczne	DOSKONAŁA
Przemysł naftowy	Oleje, paliwo, emisja zanieczyszczeń	Amoniak, Chlorki, NO _x , SO _x , CO, Lotne związki organiczne	DOSKONAŁA
Lotniska	Produkty spalania	NO _x , SO _x , Chlorki	DOSKONAŁA
Rolnictwo	Nawozy, związki organiczne	Amoniak, SO _x , NO _x	DOSKONAŁA
Statki, instalacje przybrzeżne	Mgielka z wodą morską	Chlorki, Siarka	DOSKONAŁA
Przemysł ciężki	Pył węglowy	Siarka, SO _x , NO _x	DOSKONAŁA
Utylizacja odpadów	Cząstki organiczne znajdujące się w powietrzu	Amoniak, Lotne popioły, Chlorki	DOSKONAŁA
Oczyszczalnie ścieków	Cząstki organiczne znajdujące się w powietrzu	Siarka, Amoniak	DOSKONAŁA
Pustynie	Niska wilgotność powietrza	Piasek	DOSKONAŁA
Przemysł spożywczy	Chemikalia, tłuszcze, wilgoć powietrza, środki czyszczące	Chleb/makaron (CO ₂ , etanol, kwasy organiczne); Obróbka owoców (SO ₂); Zootechnika (NH ₃ , NO _x); Mleko/nabiał (NH ₃); Piwnice z winem (etanol); Schładzarki nadmuchowe (różne)	DOSKONAŁA

HVAC i znacznie skraca żywotność urządzeń. Zardzewiałe lamele i inne elementy wewnętrzne wymienników ciepła mogą tworzyć warstwy izolacyjne, które zakłócają wymianę ciepła, co zmusza system do cięższej pracy i zużywania większej ilości energii. Zanieczyszczenia i rdza na elementach mogą blokować przepływ powietrza. W środowiskach przemysłowych, nadmorskich (wysoka zawartość soli w powietrzu) lub o wysokiej wilgotności (np. w basenach), korozja jest znacznie przyspieszona.

Zabezpieczenie urządzenia przed działaniem korozji wymaga zastosowania odpowiedniego materiału lub odpowiedniej powłoki antykorozyjnej. W przypadku zagrożenia korozyjnego od strony przepływającego powietrza lub od strony otoczenia, zabezpieczenie przed pojawieniem korozji nie wymaga stosowania blachy nierdzewnej lub kwasoodpornej – stosowanie powłok antykorozyjnych

stanowi elastyczną i często korzystniejszą ekonomicznie alternatywę. Powłoki antykorozyjne, zwłaszcza nałożone na stal ocynkowaną, są zazwyczaj znacznie tańsze niż stal kwasoodporna i można dobrać je w zależności od środowiska eksploatacji. Istnieją powłoki epoksydowe, poliuretanowe lub cynkowe, które zapewniają ochronę w różnych klasach korozyjności, w zależności od poziomu wilgotności, zanieczyszczeń czy agresywnych substancji. Kategorie korozyjności, decydujące o rodzaju stosowanej powłoki przedstawione są w tabeli 3.

Poniżej przedstawiono przykładowe rodzaje zabezpieczenia wymienników przed korozją:

- ALMg – lamele wykonane są ze stopu aluminium i manganu (ok 3–5%). Znajdują zastosowanie w instalacjach znajdujących się w środowiskach przybrzeżnych z zawartością chlorków w powietrzu, gdzie aluminium

normalnie koroduje. Przenoszenie ciepła nie jest zaburzone w porównaniu z aluminium.

- Corrodip – zabezpieczenie stosowane w środowiskach silnie korozyjnych, na przykład w oczyszczalniach ścieków, papierniach, środowiskach kwaśnych i mleczarniach. Malowanie epoksydowe gotowego wymiennika ciepła, chroni całą powierzchnię lamel, łącznie z kolektorem. Grubość powłoki wynosi 100 μm . Farba jest również dostępna w wersji epoksydowej dopuszczalnej do kontaktu z żywnością. Minimalny odstęp między żebrami wynosi 4 mm, maksymalna dopuszczalna temperatura 60 °C. Obniża wymianę ciepła o ok. 20% w porównaniu z aluminium.
- Corropaint – zabezpieczenie (aluminium pokryte powłoką epoksydową o grubości 5 μm) stosowane w środowiskach o umiarkowanej korozyjności, na przykład w zanieczyszczonym powietrzu miejskim, laboratoriach i halach basenowych, gdzie uważa się, że aluminium będzie narażone na korozję. Maksymalna dopuszczalna temperatura 120 °C. Obniża wymianę ciepła o ok. 10% w porównaniu z aluminium. W wymiennikach ciepła powietrza chłodzącego i wywiewanego wymagany jest odkraplacz od prędkości powietrza 1,6 m/s.
- ElectroFin® E-Coat – proces powlekania elektrolitycznego w warunkach fabrycznych, który gwarantuje całkowite pokrycie wymiennika ciepła. Wymiennik jest zanurzany w kąpeli, powstaje cienka, elastyczna, trwała i odporna na korozję powłoka, zapewniająca najwyższą ochronę antykorozyjną – nie ma na rynku lepszego rozwiązania, aby zapewnić pełną i jednolitą powłokę do zastosowania w środowisku o kategorii

korozyjności C5 (zgodnie z normą ISO 12944 Ochrona antykorozyjna poprzez zastosowanie systemów powłokowych. Przykłady zastosowania tej powłoki przedstawia Tabela 5.

- Hydropaint – zabezpieczenie (aluminium z powłoką o grubości 5 μm) stosowane w środowiskach o umiarkowanej korozyjności, np. zanieczyszczonym powietrzu miejskim, gdzie aluminium może być narażone na korozję. Hydrofilowe lamele wytrzymują prędkość powietrza 3,5 m/s (w wymiennikach ciepła powietrza chłodzącego i wywiewanego) zanim wymagany będzie odkraplacz. Maksymalna dopuszczalna temperatura 120 °C. Wpływa na wymianę ciepła o ok. 10% w porównaniu z aluminium.

Kanałowe wymienniki ciepła to przykład synergii pomiędzy teorią a praktyką – od koncepcji ukierunkowanej na efektywność, poprzez zaawansowane rozwiązania technologiczne, po restrykcyjne procedury kontroli jakości. Kluczowe znaczenie mają nie tylko same parametry techniczne, ale także umiejętność dopasowania produktu do indywidualnych potrzeb i warunków pracy instalacji. Możliwość wyboru elementów konstrukcyjnych, swoboda w doborze parametrów technicznych oraz odpowiedniego materiału pozwala projektantowi na dokładne dopasowanie wymiennika do danego zastosowania i zoptymalizowania parametrów jego pracy.

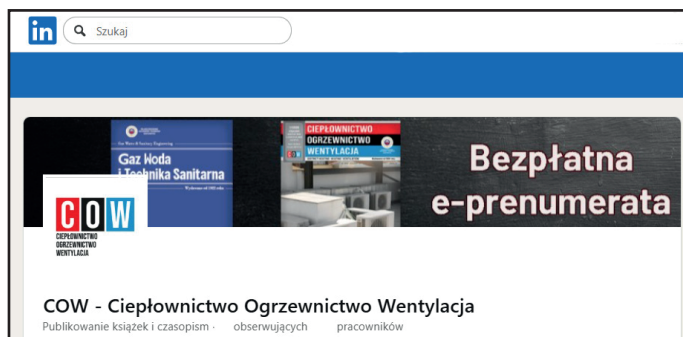
Materiały graficzne oraz dane doborowe przedstawiono z wykorzystaniem materiałów Modine Söderköping AB, za zgodą firmy.



www.facebook.com/COW.PZITS



Odwiedź nowe media społecznościowe czasopisma



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

Elastokaloryki to obiecujący kierunek badań, a nie realna alternatywa dla sprężarkowych pomp ciepła stosowanych w budynkach



PORT PC

Sensacyjne doniesienia o „nowej generacji” pomp ciepła nie dotyczą technologii gotowych do ogrzewania budynków, lecz wczesnych badań laboratoryjnych. W polskich mediach pojawiły się publikacje sugerujące, że elastokaloryczne pompy ciepła osiągają nawet pięciokrotnie wyższą efektywność niż współczesne, sprężarkowe pompy ciepła i wkrótce je zastąpią. PORT PC wyjaśnia, że informacje te są sprzeczne z wynikami badań naukowych. Odnoszą się wyłącznie do symulacji komputerowych wykonanych w specyficznych, idealizowanych warunkach, a nie do rzeczywistych urządzeń testowanych w laboratoriach. Faktem jest, że badania nad elastokalorykami są obiecujące, jednak na obecnym etapie nie mają związku z technologiami ogrzewania budynków, lecz głównie z ich chłodzeniem.

Prototypy tylko w skali małego wentylatora

Działanie elastokalorycznych pomp ciepła opiera się na cyklicznym odkształcaniu stopów niklo-tytanowych (NiTi), które w efekcie nieznacznie zmieniają swoją temperaturę – absorbując lub uwalniając energię cieplną. Od dłuższego czasu w prace nad tą technologią są zaangażowane różne europejskie ośrodki badawcze, w tym niemieckie, jednak **dostępne dziś prototypy urządzeń osiągają moc grzewczą rzędu zaledwie kilku watów**. Oznacza to, że ich możliwości są wielokrotnie mniejsze niż współczesnych, sprężarkowych pomp ciepła, które stosuje się w budynkach mieszkalnych – bo te muszą mieć moc od kilku do kilkunastu kilowatów, gwarantując stabilną pracę przez wiele tysięcy godzin rocznie. Różnica między obiema technologiami jest więc zasadnicza i nie pozwala mówić obecnie o jakiegokolwiek konkurencyjności.

– Wszelkie informacje prasowe sugerujące, że

elastokaloryczne pompy ciepła mogą zastąpić obecnie stosowane urządzenia to nieporozumienie. Dzisiejsze prototypy elastokaloryków mają moc zbliżoną do wentylatora w komputerach, podczas gdy pompy ciepła ogrzewające domy pracują z mocą tysięcy watów. Różnica skali jest kolosalna – podkreśla Paweł Lachman, prezes zarządu PORT PC.

Daleko elastokalorykom do współczesnych pomp ciepła

Rzetelną ocenę możliwości elastokaloryków przedstawia metaanaliza „Performance overview of caloric heat pumps: Update 2024”, opublikowana przez Aalborg University (Department of the Built Environment) jako Technical Report No. 323 we wrześniu 2024 r.[1] Jej autorem jest dr Hicham Johra. Jest to najbardziej kompleksowe opracowanie naukowe w tej dziedzinie, obejmujące ponad 160 publikacji naukowych i ponad 300 wyników eksperymentów. Wynika z niego jednoznacznie, że istniejące prototypy elastokaloryków wciąż mocno odstają od aktualnych potrzeb rynkowych, zwłaszcza w zakresie ogrzewania budynków. I tak:

wartość współczynnika COP dla badanych prototypów wynosi około 1–2 przy typowych dla ogrzewania budynków różnicach temperatury źródeł ciepła (20–35 K);

sprawność względem idealnego, odwróconego obiegu Carnota nie przekracza 20 procent;

moc grzewcza urządzeń sięga przeważnie od 1 do 30 W, sporadycznie około 100 W.

Dla porównania, współczesne sprężarkowe pompy ciepła, działając w identycznych warunkach temperaturowych, osiągają współczynnik efektywności COP na poziomie 3–6, a ich sprawność względem idealnego, odwróconego obiegu Carnota wynosi od 40 do 60 procent. Zapewniają

przy tym wysoką stabilność eksploatacyjną i żywotność rzędu 20–25 lat. Oferta rynkowa obejmuje modele w bardzo szerokim zakresie mocy: od kilku kilowatów do kilkudziesięciu megawatów.

To jednoznacznie dowodzi, że elastokaloryki nie mogą być traktowane jako technologia alternatywna wobec pomp ciepła stosowanych obecnie w budynkach. Wyniki dotychczasowych badań nad elastokalorykami przekonują, że wykorzystanie tej technologii w ogrzewaniu budynków nie jest na tym etapie możliwe. W przyszłości może ona znaleźć niszowe zastosowania w obszarze chłodzenia budynków, wymaga to jednak dalszych badań.

Nie mylmy symulacji z faktycznymi możliwościami.

Rozpowszechniane przez niektóre media rewelacje o „pięciokrotnie wyższej wydajności” elastokaloryków **odnoszą się wyłącznie do „osiągnięć” sztucznie wykreowanych modeli komputerowych**, których praca była analizowana w bardzo wąskich zakresach temperatury źródeł ciepła, często przy różnicy zaledwie kilku Kelwinów, i ogólnie w idealnych warunkach. To właśnie takie modele – a nie pomiary pracy rzeczywistych urządzeń i układów grzewczych – wygenerowały sensacyjne wyniki cytowane w doniesieniach prasowych. Symulacje tego typu nie uwzględniają faktycznych zakresów temperatury dla ogrzewania budynków i nie uwzględniają rzeczywistych strat ciepła, oporów przepływu ani ograniczeń materiałowych stopów NiTi.

Warto również zaznaczyć, że nie istnieje obecnie żaden prototyp elastokaloryczny, który w pomiarach laboratoryjnych osiągałby takie parametry, które pozwoliłyby na powszechne zastosowanie tej technologii w budynkach. Finansowanie, o którym informują media, odnosi się do badań podstawowych i prac nad rozwojem materiałów elastokalorycznych, a nie do urządzeń nadających się do wdrożenia rynkowego w systemach centralnego ogrzewania wodnego.

– *W przypadku elastokaloryków w doniesieniach prasowych mówi się o pięciokrotnie wyższej wydajności, ale – co w artykułach nie zostało już zaznaczone – te liczby pochodzą z symulacji, a nie z rzeczywistych pomiarów. W realnych warunkach, zbliżonych do domowych zastosowań pomp ciepła, współczynnik efektywności COP elastokaloryków wynosi około 1–2 czyli w tych warunkach są nawet 3 krotnie mniej efektywne niż pompy*

ciepła. Nie ma żadnego prototypu tych urządzeń, który osiąga parametry choćby zbliżone do pomp ciepła stosowanych w budynkach – podkreśla Lachman.

Nie dziś, nie jutro i nie zamiast pomp ciepła

Elastokaloryki są dziś obiecującym kierunkiem badań, zwłaszcza w kontekście chłodzenia budynków. Jeśli zaś chodzi o ich potencjał jako technologii grzewczej, to aby móc go wykorzystać na szerszą skalę, trzeba najpierw pokonać szereg ograniczeń materiałowych, zwiększyć trwałość cykliczną stopów NiTi oraz opracować komponenty umożliwiające efektywną pracę urządzeń przy różnicach temperatury typowych dla ogrzewania. Może to być **perspektywa kilkunastu lub nawet kilkudziesięciu lat**. Z pewnością nie jest to technologia gotowa, by zastąpić pompy ciepła stosowane obecnie.

– *To ważny i przyszłościowy kierunek badań, ale przedstawianie elastokaloryków jako alternatywy dla pomp ciepła w 2025 roku wprowadza opinię publiczną w błąd. Wszystkie kluczowe analizy Komisji Europejskiej oraz Międzynarodowej Agencji Energetycznej (IEA) potwierdzają, że sprężarkowe pompy ciepła pozostaną fundamentem elektryfikacji ogrzewania w Europie przez najbliższe dekady i że są one najlepszą dostępną technologią do ogrzewania i chłodzenia budynków —* dodaje Paweł Lachman.

Rewelacje prasowe na temat elastokaloryków wpisują się w kolejną falę publikacji opartych na uproszczeniach i niepełnych informacjach, które podważają zaufanie do pomp ciepła. W ostatnich latach zjawisko to obserwowane jest zarówno w Polsce, jak i w innych krajach Europy, a w niektórych mediach przybiera formę praktyki polegającej na codziennym publikowaniu podobnych treści jako odrębnych, nowych materiałów. Publikacje dotyczące rzekomych „alternatywnych technologii grzewczych” stają się w ten sposób stałym elementem debaty publicznej, mimo że odnoszą się do rozwiązań będących na bardzo wczesnym etapie rozwoju. Dlatego PORT PC apeluje o odnoszenie dyskusji do sprawdzonych danych naukowych oraz technologii realnie dostępnych na rynku, które odgrywają kluczową rolę w transformacji energetycznej.

- [1] H. Johra, Performance overview of caloric heat pumps: magnetocaloric, elastocaloric, electrocaloric and barocaloric systems: Update 2024, Technical Report No. 323, Department of the Built Environment, Aalborg University, Sept. 2024. Link do raportu: [Tech_report_323_Review_caloric_systems_update_2024.pdf](https://www.aalborgu.dk/Portals/0/Technical_Report_No_323_Review_caloric_systems_update_2024.pdf)

Szanowni Państwo, od bieżącego numeru rozpoczynamy cykl pn. PRAWO. Na Państwa pytania będzie odpowiadał Andrzej Falkowski – przewodniczący Głównej Komisji Legislacyjnej PZITS. Zapraszamy do zadawania pytań przysyłając je pod adres redakcji.

W ramach tego cyklu poruszane będą również zagadnienia prawne istotne dla naszego środowiska. Na początek przedstawimy temat rozwiązań wypracowanych przez wielobranżowy Zespół zajmujący się nadaniami koordynacyjnymi, powstały z inicjatywy PZITS, a także skonfrontujemy je z projektem ustawy UD60, który pojawił się w konsultacjach publicznych w czerwcu br. Zapraszamy do lektury.

Zespół ds. porad koordynacyjnych: najważniejsze problemy i kierunki zmian



Andrzej Falkowski

Przewodniczący Głównej Komisji Legislacyjnej
Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych

Zespół ds. porad koordynacyjnych: najważniejsze problemy i kierunki zmian

Współczesne inwestycje infrastrukturalne coraz częściej napotykają kolizje z istniejącymi sieciami, wynikające z braku pełnej i aktualnej informacji o istniejącym lub planowanym uzbrojeniu terenu. Zwolnienie części obiektów liniowych z obowiązku koordynacji tylko pogłębiło ten problem, prowadząc do opóźnień i wzrostu kosztów realizacji inwestycji infrastrukturalnych.

W celu naprawy tej sytuacji, grupa ekspertów z różnych dziedzin związanych z geodezją, budownictwem i infrastrukturą podjęła się opracowania propozycji zmian w obowiązujących przepisach. W skład zespołu weszli pracownicy i członkowie wielu organizacji i firm, jak: PZITS, SGP, SEP, SITK, IGCP, ENEA Ciepło, Energetyka Ciepła Opolszczyzny SA, Fortum, Veolia, a także projektanci z Podlaskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa. Wypracowali oni wspólnie rozwiązania mające na celu usprawnienie procesu inwestycyjnego i ograniczenie strat wynikających z kolizji podziemnych sieci.

Najważniejsze postulaty Zespołu

Zespół wskazał kilka kluczowych zmian koniecznych do uporządkowania procesu koordynacji:

- nałożenie jednoznacznego obowiązku na inwestora do koordynacji projektowanej sieci, gdyż nieprecyzyjne przepisy obecnie są wykorzystywane do unikania porad koordynacyjnych,
- przywrócenie obowiązku koordynacji wszystkich sieci i przyłączy (z ewentualnym wyjątkiem w granicach działki inwestora),
- eliminację praktyki kierowania projektantów na

dotatkowe uzgodnienia poza poradą koordynacyjną,

- obowiązek elektronicznego trybu prowadzenia porad, co skróciłoby czas procedowania,
- obowiązkowy udział zarządców dróg w poradach,
- oczyszczenie bazy GESUT z archiwalnych, niewykorzystanych tras sieci oraz wprowadzenie 36-miesięcznej ważności tras przedkładanych na porady koordynacyjne,
- ujednolicenie zasad prowadzenia porad na terenach zamkniętych – jedna opłata i jedno posiedzenie z udziałem wszystkich gestorów.

Zespół wskazał również na potrzebę drobnych, lecz praktycznych korekt, jak np. ujednolicenie opłat za uzgodnienia czy usunięcie nieaktualnych obowiązków formalnych, w tym poświadczeń map do celów projektowych za zgodność z oryginałem.

Istotne zmiany w kwalifikacji odstępień od Projektu Zagospodarowania Terenu

Członkowie Zespołu zwrócili uwagę na poważny problem związany z art. 36a Prawa budowlanego. Obowiązująca definicja istotnego odstąpienia od projektu zagospodarowania terenu nie uwzględnia specyfiki podziemnych obiektów liniowych, gdzie korekty trasy są często konieczne z uwagi na niespodziewane obiekty w gruncie. Nadmiernie restrykcyjne przepisy powodują, że faktyczny przebieg sieci bywa ukrywany, co pogarsza jakość danych geodezyjnych.

Zespół zaproponował liberalizację przepisów poprzez rezygnację z zachowania progu 2% parametru charakterystycznego dla sieci uzbrojenia terenu, przy jednoczesnym wprowadzeniu wymogów:

- dokumentowania przyczyn zmiany trasy przez

- kierownika budowy (np. zdjęcia),
- obowiązkowej inwentaryzacji obiektów odkrytych w trakcie budowy i niewykazanych na mapie do celów projektowych.

Zdaniem Zespołu proponowane rozwiązania przyczyniłyby się do znacznego skrócenia czasu realizacji inwestycji oraz ograniczenia kosztów. Ponadto, poprawiłoby to jakość danych geodezyjnych, co jest niezbędne dla efektywnego przygotowania każdej przyszłej inwestycji.

Zespół przekazał efekt swoich prac do Ministerstwa Rozwoju i Technologii na początku 2025 r.

Projekt UD60 – co zmienia, a czego nadal brakuje?

W czerwcu 2025 r. trafił do konsultacji publicznych projekt ustawy o zmianie ustawy – Prawo geodezyjne i kartograficzne oraz ustawy o infrastrukturze informacji przestrzennej (UD60), który obejmuje m.in. kwestie porad koordynacyjnych. Wprowadza on szereg korzystnych rozwiązań, zgodnych z postulatami Zespołu:

- nakłada bardziej jednoznaczny obowiązek koordynacji – protokół z narady koordynacyjnej ma być załączany do wniosku o zgodę budowlaną,
- obejmuje obowiązkiem koordynacji przyłącza (lecz tylko podziemne),
- obliguje do stosowania przepisów PGiK na terenach zamkniętych (z wyjątkiem terenów zamkniętych I kategorii), co oznacza obowiązek udziału gestorów PKP w naradach prowadzonych przez starostę,

- ogranicza możliwość zgłaszania zastrzeżeń przez uczestników narady wyłącznie do usytuowania sieci (a więc niedopuszczalne byłyby uwagi mające charakter życzeniowy),
- wyraźnie stwierdza się, że projektant nie musi uwzględniać zastrzeżeń uczestników narady.

Jednak część kluczowych postulatów Zespołu przeoczono lub pominięto:

- nie rozszerzono obowiązku załączania protokołu z narady na przyłącza realizowane na podstawie art. 29a ust. 1 Prawa budowlanego (zdecydowana większość przyłączy jest realizowana w oparciu o tę procedurę), ani na projekty linii telekomunikacyjnych z art. 29 ust. 2 pkt 1,
- nie zdecydowano się na wprowadzenie 36-miesięcznego okresu ważności trasy, a także archiwizacji w GESUT dotychczasowych tras po upływie 10 lat,
- odmówiono zmiany definicji istotnego odstąpienia od PZT – sieci nadal będzie obowiązywał limit 2%.

Niestety te nieuwzględnione zagadnienia stanowią bardzo poważny problem. Miejmy nadzieję, że w toku dalszych prac nad ustawą przynajmniej część z tych problemów zostanie wyeliminowana. Natomiast definicja istotnego odstąpienia od projektu zagospodarowania terenu jest tak istotnym zagadnieniem, że z pewnością będziemy starali się przekonać prawodawcę do zmiany tego stanowiska wyjaśniając specyfikę budowy podziemnych obiektów liniowych i naświetlając skalę problemów.



Zostań inżynierem przyszłości! Weź udział w Konkursie „Zrównoważone Środowisko” i zdobądź Indeks PW!

Politechnika Warszawska zaprasza uczniów szkół średnich i techników do udziału w Konkursie „Zrównoważone Środowisko”!

Masz głowę pełną pomysłów i chcesz zmieniać otoczenie na lepsze? Interesujesz się technologiami przyjaznymi środowisku? Ten konkurs jest dla Ciebie!

W tej edycji zmierzmy się z problemem zanieczyszczenia powietrza. Twoim zadaniem będzie przyjrzeć się wybranemu obszarowi miejskiemu, ocenić jakość powietrza, rozpoznać źródła zanieczyszczeń i stworzyć koncepcję rozwiązania problemu i poprawy jakości życia mieszkańców.

Do wygrania:

- Indeks na Wydział Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej – gwarantowane miejsce w rekrutacji na kolejne 3 lata,
- Atrakcyjne nagrody rzeczowe: główna nagroda to Apple iPad,
- Rzutnik multimedialny dla Twojej szkoły.

Konkurs „Zrównoważone Środowisko” to:

- szansa na rozwinięcie swoich pasji i zainteresowań
- możliwość zdobycia wiedzy na temat inżynierii środowiska
- okazja do realnego wpływu na swoje otoczenie
- prestiżowe nagrody i uznanie w oczach ekspertów

Nie wahaj się! Zgłoś swoją pracę do 30 kwietnia 2026 r.!

Więcej informacji:

- Szczegółowy opis zadania, regulamin konkursu i materiały pomocnicze znajdziesz na stronie: <https://is.pw.edu.pl/konkurs-o-indeks-4ed>
- Zapraszamy do kontaktu z organizatorami: lukasz.krysiak@pw.edu.pl

Patronat honorowy Konkursu:

- Ministerstwo Klimatu i Środowiska
- Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
- Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych
- Polska Izba Inżynierów Budownictwa



Ministerstwo
Klimatu i Środowiska



NARODOWY FUNDUSZ
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ



POLSKIE ZRZESZENIE
INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW
SANITARNYCH



P O L S K A
I Z B A
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Partnerem Konkursu jest Arcadis Sp. z o.o.

„Inspirowanie młodego pokolenia i uwrażliwienie go na sprawy związane z ochroną naszego środowiska i zmiany klimatu jest dziś ważniejsze niż kiedykolwiek” – **Jarosław Miziołek**, CEO Arcadis w Polsce. „Misją Arcadis jest poprawa jakości życia. Od ponad 130 lat realizujemy ją w miastach i społecznościach lokalnych na całym świecie dzięki różnorodnym talentom, które wnoszą w nasze działania nowe perspektywy i świeże spojrzenie. **Potrzebna jest nam wyobraźnia młodych ludzi, ich pasja i ambicja.** Potrzebujemy ich zdolności do innego sposobu myślenia i nieustannej gotowości do kwestionowania dotychczasowych metod postępowania. Pełni pasji, innowacyjni ludzie są siłą napędową naszego sukcesu i zajmują miejsce w samym sercu naszej organizacji i działalności, od tworzenia lepszych warunków mieszkaniowych i rewolucjonizowania systemów komunikacji i transportu, po tworzenie kultowych przestrzeni i znajdowanie nowych rozwiązań dla złożonych wyzwań związanych z ochroną środowiska”.

Według badań przeprowadzonych przez Centrum Edukacji Obywatelskiej młodzi Polacy i młode Polki są świadomi obecnej sytuacji na świecie i zauważają skutki zmiany klimatu. Wiedzę w tematyce zmiany klimatu czerpią przede wszystkim z Internetu oraz programów telewizyjnych – wiadomości, filmów dokumentalnych oraz kanałów przyrodniczych. Do najbardziej popularnych działań podejmowanych na rzecz klimatu przez młodych ludzi należą przede wszystkim: segregacja odpadów (66 proc.), ograniczanie zużycia wody (62 proc.) oraz ograniczanie zakupów (56 proc.).

Link do opracowania „Edukacja klimatyczna w Polsce 2022”:

<https://ungc.org.pl/wp-content/uploads/2022/06/Edukacja-klimatyczna-w-Polsce.pdf>

Program ramowy Konkursu „Zrównoważone Środowisko”

Edycja 2025/26 – Jakość powietrza

15.01.2026 r.	Rozpoczęcie Konkursu i otwarcie możliwości zgłaszania prac dla uczniów liceów i techników z całej Polski. Promocja medialna, komunikaty do szkół. Uruchomienie strony internetowej
30.04.2026 r.	Zamknięcie możliwości zgłaszania prac w tej edycji Konkursu
Kwiecień-Maj 2026 r.	Prace Kapituły Konkursu mające na celu wyłonienie Laureatów oraz prac Wyróżnionych w Konkursie
31.05.2026 r.	Najpóźniejszy termin opublikowania rankingu najlepszych prac na stronie internetowej wydarzenia
Czerwiec 2026 r.	Organizacja uroczystości podsumowania edycji i wręczenia nagród w Konkursie
30.06.2026 r.	Zamknięcie wydarzenia, raporty i komunikaty podsumowujące dla patronów i mediów

Nowe kompetencje inżyniera w obliczu transformacji energetycznej

Transformacja energetyczna w sposób zasadniczy zmienia rolę i zakres kompetencji współczesnego inżyniera środowiska. Dynamiczny rozwój odnawialnych źródeł energii, technologii HVAC, pomp ciepła, automatyki budynkowej, narzędzi cyfrowych oraz rosnące znaczenie efektywności energetycznej i regulacji prawnych stawiają przed uczelniami technicznymi nowe wyzwania dydaktyczne i organizacyjne. W tym kontekście kluczowe staje się pytanie o to, jak skutecznie przygotować absolwentów do funkcjonowania w realiach rynku pracy najbliższych lat.

Zaprosiliśmy dziekanów wydziałów prowadzących kierunek Inżynieria Środowiska do wspólnej debaty poświęconej nowym kompetencjom inżyniera w obliczu transformacji energetycznej. Poprosiliśmy ich o odniesienie się do kluczowych zagadnień dotyczących kompetencji technicznych i cyfrowych absolwentów, sposobów aktualizacji programów studiów, współpracy z przemysłem oraz wyzwań i szans, jakie rysują się przed kształceniem inżynierskim w perspektywie 5–10 lat. Poniżej prezentujemy wypowiedzi, które pokazują różnorodność podejść, doświadczeń i kierunków rozwoju, a jednocześnie wspólną troskę o jakość i przyszłość edukacji inżynierskiej.

Redakcja



Dr hab. inż. Alina Pruss, prof. PP

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechnika Poznańska

Transformacja energetyczna wymaga od inżyniera środowiska nie tylko klasycznych umiejętności projektowych, ale również znajomości technologii niskoemisyjnych, narzędzi cyfrowych oraz zdolności integrowania systemów energetycznych na poziomie budynku, osiedla i miasta. Uważam, że studenci i absolwenci kierunku Inżynieria Środowiska Politechniki Poznańskiej posiadają w tym obszarze wyjątkowe atuty. Istotnym źródłem kompetencji praktycznych jest bowiem dostęp do nowoczesnych budynków Kampusu Warta. Ostatnio wybudowane obiekty Politechniki Poznańskiej takie jak budynek Wydziału Architektury i Wydziału Inżynierii Zarządzania (2020 r.) oraz nowy Rektorat (2025 r.) zostały zaprojektowane jako budynki o niemal zerowym zużyciu energii, wyposażone są w instalacje HVAC, wentylację z odzyskiem ciepła, automatykę i systemy zarządzania energią. Instalacje te zostały opracowane przy współpracy z pracownikami Instytutu Inżynierii Środowiska

i Instalacji Budowlanych, którzy prowadzą zajęcia dydaktyczne na kierunku. Dzięki temu **studenci korzystają z wiedzy osób posiadających doświadczenie projektowe i mają dostęp do danych eksploatacyjnych pochodzących z realnych obiektów. Kampus Warta Politechniki Poznańskiej pełni funkcję „żywego laboratorium”, w którym można obserwować i optymalizować działanie systemów w warunkach rzeczywistych.**

Warto podkreślić, że nauczyciele akademicki prowadzący zajęcia posiadają bogate doświadczenie praktyczne. Wielu z nich wykonuje ekspertyzy i prowadzi konsultacje dla przemysłu oraz sektora publicznego, co pozwala im przekazywać studentom aktualną wiedzę oraz przykłady z pracy inżynierskiej. Ponadto nauczyciele akademicki regularnie uczestniczą w szkoleniach organizowanych przez Centrum Nowoczesnej Dydaktyki Politechniki Poznańskiej, które rozwijają ich kompetencje pedagogiczne i wspierają nowoczesne, angażujące formy przekazywania studentom wiedzy.

Program studiów jest systematycznie dostosowywany do zmian technologicznych i regulacyjnych. Regularne przeglądy kart ECTS i planów studiów pozwalają wprowadzać nowe treści związane m.in. z instalacjami niskoenergetycznymi, audytami energetycznymi, odnawialnymi źródłami energii oraz zmieniającymi się wymaganiami prawnymi. **Rozwijane są zajęcia z technologii BIM, GIS, koordynacji międzybranżowej i modelowania instalacji, co odpowiada standardom współczesnych biur projektowych.** Programy studiów 1 i 2 st. kierunku Inżynieria Środowiska w lipcu 2024 r. zostały zaktualizowane o ww. treści i zatwierdzony przez Senat Politechniki Poznańskiej. Kierunek posiada aktualną akredytację PKA oraz Europejski Certyfikat Jakości EUR-ACE® Label.

Silnym wsparciem procesu kształcenia jest współpraca z przedsiębiorstwami i instytucjami branżowymi. Do prowadzenia zajęć zapraszani są praktycy reprezentujący sektor instalacyjny, energetykę, infrastruktura miejską i biura projektowe. Studenci realizują projekty w oparciu o rzeczywiste dane, odbywają wizyty studyjne i praktyki zawodowe, a partnerzy zewnętrzni wnoszą do programu wiedzę o aktualnych technologiach, narzędziach i kwalifikacjach oczekiwanych na rynku pracy.

Dzięki tym działaniom kształcenie na kierunku Inżynieria Środowiska łączy solidne podstawy techniczne z aktualną wiedzą o systemach energetycznych, automatyce budynkowej i nowoczesnym projektowaniu. Moim zdaniem absolwenci Politechniki Poznańskiej są dobrze przygotowani do prowadzenia inwestycji w budownictwie energooszczędnym, modernizacji obiektów, analizie pracy systemów oraz doradztwie energetycznym. **Kierunek odpowiada na rzeczywiste potrzeby transformacji energetycznej, a kampus stanowi unikatowe środowisko edukacyjne, w którym studenci mogą doświadczać najnowszych rozwiązań zanim rozpoczną pracę zawodową.**

Dr inż. Monika Blaszczyk

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechnika Śląska

Dynamiczna transformacja energetyczna sprawia, że absolwenci kierunku Inżynieria Środowiska wchodzą na rynek pracy z wyjątkowo szerokimi perspektywami — ale i z rosnącymi wymaganiami. Dzisiejszy inżynier musi łączyć wiedzę techniczną, cyfrową i środowiskową, by sprostać wyzwaniom nowoczesnego budownictwa i energetyki.

Kluczowe znaczenie mają kompetencje związane z **odnawialnymi źródłami energii**: projektowanie instalacji fotowoltaicznych, dobór pomp ciepła czy integracja magazynów energii. Równie ważna pozostaje zaawansowana wiedza z zakresu HVAC oraz umiejętność oceny efektywności energetycznej budynków. Coraz częściej w centrum uwagi znajdują się także systemy automatyki budynkowej i BMS, niezbędne w inteligentnych, niskoemisyjnych obiektach.

Współczesny inżynier potrzebuje również silnych kompetencji cyfrowych — przede wszystkim **pracy w środowisku BIM**, które umożliwia projektowanie instalacji, koordynację międzybranżową i wykrywanie kolizji. Ważną rolę odgrywają narzędzia do **symulacji energetycznych i przepływowych**, a także podstawy analizy danych i technologii IoT.

Kompetencje przyszłości, które coraz mocniej kształtują profil inżyniera środowiska, obejmują także **pracę z cyfrowymi bliźniakami** (Digital Twins) budynków i instalacji, pozwalającą na zaawansowane monitorowanie, predykcję i optymalizację pracy systemów, optymalizację systemów grzewczych i chłodniczych z wykorzystaniem sztucznej inteligencji oraz uczenia maszynowego, integrację odnawialnych źródeł energii z elektromobilnością — w tym projektowanie systemów ładowania, zarządzanie energią.

Politechnika Śląska nieustannie aktualizuje programy studiów, odpowiadając na szybkie tempo rozwoju technologii. Proces dydaktyczny kształtowany i doskonalony jest przy aktywnym udziale zarówno interesariuszy wewnętrznych, jak i zewnętrznych. Studenci, jako interesariusze wewnętrzni, mają możliwość oceny procesu kształcenia, ponadto wszelkie modyfikacje programów studiów są konsultowane i muszą uzyskać akceptację Rady Samorządu Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki. Nauczyciele akademicy na każdym etapie procesu kształcenia mają możliwość zgłaszania wniosków w zakresie doskonalenia programu. W celu określenia aktualnych potrzeb rynku oraz doskonalenia programów kształcenia, Wydział współpracuje z otoczeniem społeczno-gospodarczym, w szczególności w zakresie opiniowania programów kształcenia przez interesariuszy zewnętrznych, którzy zostali powołani przez Radę Dziekańską Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki do Doradczego Zespołu Konsultacyjnego, którego skład okresowo jest weryfikowany i rozszerzany.

Szczególnym elementem nowoczesnego modelu kształcenia są **interdyscyplinarne projekty PBL** (Problem-Based Learning), realizowane na Politechnice Śląskiej. Ten elastyczny sposób nauczania pozwala studentom zdobywać wiedzę poprzez praktyczne rozwiązywanie realnych problemów inżynierskich — często we współpracy z partnerami przemysłowymi. PBL rozwija kreatywność, uczy pracy zespołowej oraz wymusza łączenie kompetencji z różnych dziedzin, co doskonale przygotowuje do pracy w dynamicznie zmieniających się sektorach gospodarki.

Najbliższe 5–10 lat przyniesie studentom zupełnie nowe wyzwania, ale także szanse, które mogą otworzyć im drogę do wyjątkowo dynamicznej kariery. Rynek pracy staje się coraz bardziej zmienny, a technologie oraz modele biznesowe ewoluują szybciej niż kiedykolwiek wcześniej. W tej rzeczywistości jednym z najważniejszych zadań edukacji jest wyposażenie studentów w **umiejętność ciągłego uczenia się**. To właśnie zdolność adaptacji, gotowość do zdobywania nowych kompetencji i elastyczność w myśleniu sprawiają, że młodzi ludzie będą mogli nie tylko odnaleźć się w zmieniających się warunkach, ale także – w razie potrzeby – skutecznie się przebranżowić.

Drugim kluczowym wyzwaniem przyszłości jest **rozwijanie krytycznego myślenia**. W świecie przesycenym informacjami, z których wiele bywa nierzetelnych lub zmanipulowanych, studenci muszą nauczyć się weryfikować źródła, analizować kontekst i formułować samodzielne, przemyślane wnioski. Umiejętność filtrowania wartościowych treści od szumu informacyjnego stanie się niezbędnym elementem świadomego funkcjonowania zarówno w życiu zawodowym, jak i społecznym.

Mimo tych wyzwań nadchodzące lata niosą ze sobą również ogromne możliwości. Postępująca automatyzacja, rozwój sztucznej inteligencji czy globalizacja rynków otwierają przestrzeń dla nowych zawodów, nowych form współpracy i nieograniczonych sposobów zdobywania wiedzy. Ci, którzy zostaną przygotowani do elastycznego reagowania na zmiany, będą mogli nie tylko korzystać z tych szans, ale także je współtworzyć.



**Prof. dr hab. inż. Beata Kowalska**

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechnika Lubelska

Postępująca transformacja energetyczna oraz dążenie do neutralności węglowej budynków nowych jak i istniejących w istocie wymaga nowych kompetencji od naszych absolwentów. Dokładniej mówiąc podczas całego toku kształcenia wymaga to specjalistycznego ukierunkowania zdobywanej wiedzy na konkretne wyzwania, które stoją przed inżynierami w tym zakresie.

Patrząc na otaczające nas budynki można zauważyć, że zostały one pewien czas temu poddane termomodernizacji w zakresie zewnętrznych przegród budowlanych. Polegała ona na zastosowaniu izolacji termicznej ścian zewnętrznych, dachu/stropodachu, wymianie stolarki okiennej. Zapominamy często, że modernizacja była rozszerzona o inne, nie zawsze zauważalne elementy (np. zastosowania zaworów termostatycznych przy grzejnikach) w zakresie systemów ogrzewania. Przewidujemy, że proces transformacji energetycznej oraz osiągnięcia standardu neutralności węglowej istniejących budynków będzie się głównie opierał o odpowiednie modernizacje w zakresie systemów ogrzewania, wentylacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz sterowania tymi systemami (najlepiej sterowania prognozowego). Działania te mają prowadzić w pierwszej kolejności do zwiększenia efektywności energetycznej a następnie do integracji odnawialnych źródeł energii na poziomie budynków czy też na poziomie systemów ciepłowniczych (dotyczy to budynków zasilanych ciepłem sieciowym). Biorąc pod uwagę zakres przedmiotów realizowanych podczas studiów pierwszego i drugiego stopnia nasi absolwenci są odpowiednio przygotowani merytorycznie i dodatkowo ukierunkowani do realizacji tego procesu. Posiadają informacje, jak zwiększać efektywność energetyczną w zakresie systemów HVAC, jak integrować odnawialne źródła energii oraz pompy ciepła z istniejącymi systemami HVAC (również w zakresie procesu sterowania). Ważna jest także znajomość krajowych i międzynarodowych norm i standardów z zakresu bezpieczeństwa i energetyki w tym OZE. Współczesny inżynier powinien znać i umieć wykorzystywać nowoczesne narzędzia informatyczne, dlatego studenci uczą się nie tylko podstawowych programów komputerowych takich jak AUTOCAD, ale także specjalistycznego oprogramowania wspomagającego proces projektowania systemów grzewczych np. Audytor OZC, CO.

Wśród narzędzi komputerowych warto zwrócić uwagę na dynamiczny rozwój technologii BIM (Building Information Modelling) stanowiącej cyfrowy model budynku reprezentujący jego cechy fizyczne i funkcjonalne. BIM istotnie wpływa na transformację całego sektora budownictwa dając platformę porozumienia i integracji wszystkich branż nie tylko na etapie projektowania budynku, ale całego okresu jego eksploatacji. Taka integracja obejmująca projekty architektoniczne, konstrukcyjne i instalacyjne (tym HVAC) ułatwia koordynację i współpracę pomiędzy architektami, inżynierami budownictwa, inżynierami inżynierii środowiska oraz inżynierii elektrycznej, jak również wykonawcami i inwestorami, optymalizując działania obejmujące cały proces inwestycyjny. Na kierunku Inżynieria Środowiska prowadzone są zajęcia z zakresu BIM, tematyka przedmiotu cieszy się jednak tak dużym zainteresowaniem studentów, że zostało utworzone Koło Naukowe Zaawansowanego Projektowania, skupiające się przede wszystkim na tematyce projektowania instalacji w budynkach.

Program studiów jest także systematycznie aktualizowany biorąc pod uwagę aktualne potrzeby i wyzwania wynikające ze zmieniających się rozwiązań technologicznych, regulacji prawnych oraz realiów rynkowych tak aby osoby kończące studia bez problemów mogły się odnaleźć na rynku pracy. Mając na uwadze szybkość tych zmian, niemal każdego roku rady programowe powołane na każdym kierunku studiów, zbierają się analizując opinie i sugestie w zakresie proponowanych zmian oraz aktualnych potrzeb rynku pracy. W skład każdej rady programowej, oprócz nauczycieli akademickich danego kierunku, wchodzi przedstawiciele otoczenia społeczno-gospodarczego pełniąc przede wszystkim rolę doradczą. W zakresie transformacji energetycznej oraz dążenia do neutralności węglowej budynków posiadamy i uwzględniamy w procesie kształcenia naszych studentów również bieżące informacje w zakresie planowanych działań na poziomie europejskim. Zespół pracowników wydziału koordynowany przez prof. Tomasza Cholewę bierze udział w pracach komitetów naukowych REHVA, realizując w tym zakresie badawcze projekty komisji europejskiej z innymi partnerami z Europy oraz opracowując poradniki z zakresu integracji pomp ciepła w istniejących budynkach czy też możliwości zwiększenia efektywności energetycznej w istniejących budynkach (np. [Energetyczna renowacja budynków](#)).

Przedsiębiorcy oraz interesariusze branżowi są włączani zarówno w proces kształtowania treści kształcenia (doradztwo i aktualizacja programu studiów) są również zapraszani do wygłoszenia wykładów tematycznych czy też przeprowadzenia szkoleń, które są bardzo cenione przez studentów. Studenci również odbywają praktyki oraz staże w przedsiębiorstwach branżowych, co pozwala im na sprawdzenie posiadanej już wiedzy w praktyce. W ramach umów pomiędzy Politechniką Lubelską a Lubelskim Przedsiębiorstwem Energetyki Ciepłej (LPEC) oraz Lubelskim Przedsiębiorstwem Wodociągów i Kanalizacji (MPWiK), studenci Inżynierii Środowiska regularnie uczestniczą w zajęciach odbywających się na terenie tych przedsiębiorstw, a w przypadku odbywających się w tym czasie inwestycji

– mogą obserwować ich realizację.

Rynek pracy ulega dynamicznym zmianom, kształcenie studentów powinno nadążać za tymi zmianami aby nasi absolwenci byli konkurencyjni na rynku pracy. W moim przekonaniu największe wyzwania czekają nas w obszarze energetycznym szczególnie odnawialnych źródeł energii. Wykorzystanie tych źródeł wiąże się z potrzebą opracowania technologii uwzględniających niestabilność tych źródeł, magazynowania energii czy integrację nowych źródeł z już istniejącymi wraz z uwzględnieniem zmian klimatycznych. Wszystko to wiąże się także z niezawodnością i bezpieczeństwem dostaw energii. Aby można było zarządzać nowymi systemami niezbędny jest również rozwój nowych technologii i narzędzi cyfrowych. Należy też pamiętać o zwiększaniu efektywności energetycznej przy stałym obniżaniu emisji gazów cieplarnianych wpisując się w założenia zrównoważonego rozwoju, zawarte w dyrektywach Unii Europejskiej. Takim wyzwaniom może sprostać wyspecjalizowana i nowoczesnie wykształcona kadra inżynierska, w tym zarówno absolwenci kierunku Inżynieria Środowiska, jak i Inżynierii Odnawialnych Źródeł Energii oraz Energetyki, prowadzonych na naszym wydziale. W przypadku kierunku Energetyka kształcenie odbywa się na I stopniu, ale od następnego roku uruchomimy również II stopień kształcenia, na którym studenci będą mogli zdobywać wiedzę z zakresu strategicznych dziedzin jak energetyka jądrowa, technologie wodorowe czy biopaliwa. Kierunek Energetyka prowadzony jest wspólnie z Wydziałem Elektrotechniki i Informatyki, co daje możliwości kształcenia studentów również w zakresie nowoczesnych rozwiązań z zakresu elektroenergetyki.

Dr hab. inż. Michał Kubrak

Prodziekan ds. Współpracy i Rozwoju Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej

Dr hab. inż. Magdalena Reizer

Prodziekan ds. Kształcenia Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej

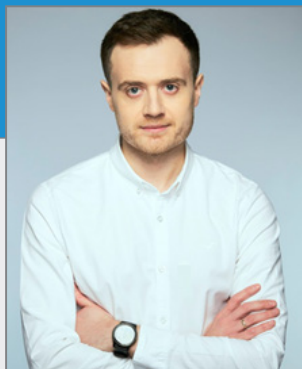
Transformacja energetyczna obejmuje zagadnienia istotne dla przyszłości nauki i gospodarki, w tym dotyczące inteligentnych miast, inteligentnych budynków oraz zintegrowanych systemów energetycznych, przez co w sposób naturalny i bezpośredni oddziałuje na obszar ciepłownictwa, ogrzewnictwa i wentylacji. Konsekwencją tych przemian jest również zmiana zakresu kompetencji oczekiwanych od absolwentów kierunku Inżynieria Środowiska. Z perspektywy uczelni technicznej widzimy jednak, że nie chodzi wyłącznie o znajomość konkretnych technologii czy aktualnych rozwiązań rynkowych, lecz o solidne przygotowanie ogólnoinżynierskie, które pozwala rozumieć złożone systemy techniczne i zachodzące w nich procesy w sposób całościowy. Kluczową staje się umiejętność spojrzenia „z góry” i dostrzegania powiązań pomiędzy budynkiem, instalacją i siecią oraz źródłami i magazynami energii, a także świadomego poruszania się pomiędzy różnymi poziomami szczegółowości.

Ostatnie lata w szkolnictwie technicznym były w dużej mierze zdominowane przez bardzo dynamiczny rozwój kierunków informatycznych. Jednocześnie coraz wyraźniej widać, że kolejne lata będą należały do inżynierii integrującej rozwiązania cyfrowe z fizycznymi systemami technicznymi. W tym sensie inżynieria środowiska zajmuje szczególne miejsce – stanowi połączenie energetyki i budownictwa: z jednej strony zajmuje się przesyłem, dystrybucją i efektywnym wykorzystaniem energii, z drugiej – technologiami stosowanymi w środowisku zbudowanym. To właśnie na styku tych obszarów powstają dziś rozwiązania kluczowe dla transformacji energetycznej.

Za fundamentalne uznajemy przygotowanie inżynierskie oparte na solidnych podstawach ogólnoinżynierskich, dobrej znajomości mechanizmów fizycznych oraz procesów zachodzących w systemach inżynierii środowiska, rozwijane równolegle z umiejętnościami praktycznymi. Coraz większą rolę odgrywają w tym także kompetencje cyfrowe, które pozwalają integrować wiedzę teoretyczną z praktyką projektową, m.in. poprzez pracę z modelami obliczeniowymi oraz narzędziami BIM.

Dynamiczny rozwój narzędzi cyfrowych, w tym sztucznej inteligencji, pokazuje jednocześnie, że program studiów nie może być traktowany jako niezmienny w dłuższej perspektywie. Tempo zmian technologicznych sprawia, że równie ważna jak znajomość konkretnych narzędzi staje się umiejętność ich krytycznej oceny oraz świadomego wykorzystania. Dlatego dążymy do takiej struktury kształcenia, która umożliwi regularną aktualizację treści i elastyczne dostosowywanie ich do zmieniającego się otoczenia technologicznego i regulacyjnego.

Kształcenie jest ściśle powiązane z aktywną działalnością badawczą naszej kadry. W mijającym roku na naszym Wydziale realizowanych było ponad 20 projektów badawczych, w tym finansowanych przez NCN, NCBiR, a także cztery projekty w ramach programu ramowego Unii Europejskiej „Horyzont Europa” – największego unijnego programu



badania i innowacji. Jeden z tych projektów był koordynowany przez nasz Wydział, co stanowi istotne wyróżnienie i potwierdzenie międzynarodowego uznania naszej działalności badawczej.

Prowadzona na Wydziale działalność badawcza oraz bliska współpraca z otoczeniem społeczno-gospodarczym stanowią jednocześnie istotne zaplecze dla zmian w obszarze dydaktyki. W tym kontekście prowadzimy obecnie prace nad zmianą koncepcji kształcenia na kierunku Inżynieria środowiska. Naszym zamiarem jest takie kształtowanie programu studiów, aby z jednej strony opierał się on na solidnych podstawach ogólnoinżynierskich, a z drugiej umożliwiał studentom stopniowe pogłębianie kompetencji w obszarach dotyczących nowoczesnych systemów technicznych, w tym systemów energetycznych i infrastruktury krytycznej. Kierunki tych zmian omawiamy m.in. z Radą Konsultacyjną Wydziału, traktując jej opinie jako ważny punkt odniesienia.

Istotnym uzupełnieniem tych działań jest bezpośrednia współpraca z kluczowymi podmiotami sektora energetycznego. Tylko w 2025 roku Wydział podpisał umowy o współpracy z Polenergia S.A., TAURON Zielona Energia sp. z o.o. oraz ORLEN S.A., angażując te podmioty w działania dydaktyczne, projektowe i rozwojowe związane z transformacją energetyczną. Widzimy w tym realną szansę na wzmocnienie roli kierunku Inżynieria środowiska jako miejsca kształcenia inżynierów systemowych, przygotowanych do odpowiedzialnego projektowania i wdrażania rozwiązań technicznych w dynamicznie zmieniających się realiach gospodarczych, technologicznych i regulacyjnych.



Dr inż. Arkadiusz Ostojki

Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska

Transformacja energetyczna, klimatyczna i cyfrowa stawia przed inżynierami branży sanitarnej (inżynierii środowiska) nowe wyzwania i możliwości. Inżynier musi dysponować odpowiednią wiedzą z zakresu gospodarki obiegu zamkniętego, ochrony środowiska, efektywności energetycznej oraz umiejętnościami cyfrowymi i informatycznymi. Jednocześnie kompetencją inżyniera powinna być także zdolność do krytycznej oceny narzucanych rozwiązań. Krytyczna refleksja polega na dostrzeganiu, że każdy scenariusz transformacji musi uwzględniać realia ekonomiczne i środowiskowe nowych technologii, ograniczenia technologiczne oraz wyzwania logistyczne.

Kluczowe kompetencje (wiedza, umiejętności oraz społeczne) poszukiwane w UE obejmują m.in. takie obszary jak:

- **Znajomość technologii OZE i efektywności energetycznej:** priorytetem są kompetencje związane z instalacją i eksploatacją odnawialnych źródeł energii (m.in. pompy ciepła, kotły i zespoły kogeneracyjne na biogaz, wodór, biomase) oraz stosowaniem systemów energooszczędnych. Umiejętność projektowania i wdrażania instalacji wykorzystujących urządzenia OZE oraz tworzenie hybrydowych źródeł ciepła dla ogrzewania, wentylacji, ciepłej wody użytkowej i technologicznej, planowania ich współpracy z siecią i magazynami energii. Ważne są też wiedza o efektywności energetycznej budynków (np. pasywne konstrukcje, szczelna izolacja, odzysk ciepła) i inteligentnymi urządzeniami HVAC.
- **Umiejętności cyfrowe i informatyczne:** inżynierowie środowiska muszą korzystać z narzędzi cyfrowych – systemów monitoringu (IoT), BIM, GIS, analizy big data, algorytmów sterowania, symulacji komputerowych czy sztucznej inteligencji do zarządzania sieciami i infrastrukturą, platform telemetrycznych i systemów SCADA do monitoringu jakości wody i parametrów instalacji. Przykładem jest cyfryzacja gospodarki wodnej – Sieć Badawcza Łukasiewicz wraz z Wodami Polskimi wdraża AI i systemy monitoringu do prognozowania powodzi czy suszy. Inżynierowie muszą rozumieć symulacje komputerowe procesów (np. dynamikę przepływów hydraulicznych w kanałach, sieciach, migrację zanieczyszczeń w wodzie, powietrzu), znać możliwości wykorzystania dronów do monitoringu instalacji, zdalnych czujników jakości wody, ścieków, podstawy sterowania, dążyć do wykorzystania AI do predykcji awarii i optymalizacji eksploatacji.
- **Twarde podstawy inżynierskie:** choć rynek promuje umiejętności cyfrowe i obsługę zaawansowanych symulatorów, absolutnie niezbędnym fundamentem pozostaje „twarda” wiedza inżynierska. Nowoczesny inżynier sanitarny nie może być jedynie operatorem oprogramowania; musi dogłębnie rozumieć zasady hydrauliki, mechaniki płynów, termodynamiki i fizyki budowli. Umiejętność zaprojektowania sieci czy instalacji sanitarnej w oparciu o wiedzę podstawową, a nie tylko „kliknięcie” w programie, jest gwarantem bezpieczeństwa i poprawności działania systemów. Bez zrozumienia fizyki procesów, nawet najlepszy model cyfrowy staje się bezużyteczny.
- **Kompetencje miękkie i analityczne:** liczą się elastyczność, kreatywność w myśleniu, rozwiązywaniu złożonych problemów, umiejętność adaptacji do zmian. Jak zauważają badania Cedefop (Europejskiego Centrum Rozwoju Kształcenia Zawodowego), kompetencje takie jak problem-solving, współpraca międzydyscyplinarna, zdolności komunikacyjne czy umiejętność szybkiego uczenia się nowych technologii są niezbędne w tzw. zielonym sektorze.

Kluczowa jest współpraca w zespołach interdyscyplinarnych (z ekonomistami, ekologami, urbanistami) i adaptacja do nowych metod (np. praca zdalna w projektach).

Doradztwo i popularyzacja wiedzy: rola inżyniera środowiska coraz częściej wykracza poza typowe zadania techniczne i obejmuje silne kompetencje społeczne. Inżynier pełni funkcje doradcze i edukacyjne dla samorządów, biznesu i społeczeństwa. Obejmuje to opiniowanie planów inwestycyjnych pod kątem zrównoważenia, prowadzenie szkoleń o oszczędzaniu wody/energii czy publikowanie praktycznych porad. Jego zadaniem jest przekształcanie wiedzy technicznej w zrozumiałe informacje – np. wyjaśnianie korzyści energetycznych remontów budynków czy zasad gospodarki o obiegu zamkniętym. Dzięki temu inżynierowie budują świadomość ekologiczną w społeczeństwie.

Aby nadążyć za dynamicznymi zmianami technologicznymi oraz regulacyjnymi, zachodzącymi w obszarze inżynierii środowiska, program studiów musi być modyfikowany w sposób ciągły i systematyczny. Zmiany dotyczą wprowadzania nowych przedmiotów odpowiadających na pojawiające się potrzeby rynku pracy albo nowych zagadnień do istniejących kursów, aktualizację sylabusów, literatury i narzędzi dydaktycznych. Szczególną rolę odgrywają zajęcia praktyczne, projekty inżynierskie oraz tematy prac dyplomowych realizowane we współpracy z przedsiębiorstwami i instytucjami branżowymi. Kluczowym elementem procesu aktualizacji programu studiów jest stałe monitorowanie zmian w przepisach prawa krajowego, europejskiego, norm technicznych oraz strategii i programów rozwojowych, a także obserwacja najnowszych trendów. Informacje te są regularnie analizowane przez zespół odpowiedzialny za program kształcenia i konsultowane z przedstawicielami otoczenia społeczno-gospodarczego, w szczególności w ramach prac Rady Konsultacyjnej.

Rada Konsultacyjna działająca przy Dziekanie Wydziału ILiŚ PG stanowi istotny element współpracy pomiędzy środowiskiem akademickim, a otoczeniem społeczno-gospodarczym, w szczególności z przedsiębiorstwami i instytucjami branży inżynierii środowiska oraz budownictwa infrastrukturalnego. W jej skład wchodzi przedstawiciele kluczowych podmiotów gospodarczych oraz instytucji publicznych regionu Pomorza, reprezentujących szerokie spektrum praktyki inżynierskiej. Znaczącą rolę w pracach Rady odgrywają przedstawiciele branży sanitarnej i środowiskowej, w tym Gdańskich Wodociągów S.A., Gdańskich Wód Sp. z o.o., Gdańskiej Infrastruktury Wodociągowo-Kanalizacyjnej Sp. z o.o., ECOL-UNICON Sp. z o.o., Portu Czystej Energii Sp. z o.o. oraz Gdańskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. (Grupa GPEC). W Radzie uczestniczą także przedstawiciele firm projektowych i konsultingowych, jednostek badawczo-rozwojowych, największych firm wykonawczych i budowlanych oraz przedstawiciele administracji i organizacji branżowych. Rada Konsultacyjna pełni funkcję doradczą i opiniującą w zakresie oferty dydaktycznej, programów studiów, tematów prac dyplomowych, wspiera organizację praktyk, dostęp do nowoczesnych technologii oraz inicjuje współpracę naukowo-badawczą.

Współpraca w ramach Rady Konsultacyjnej oraz dzięki temu, że Politechnika Gdańska zatrudnia wybitną kadrę akademicką, prowadzącą zaawansowane badania naukowe, mającą świadomość zachodzących zmian może oferować studentom aktualne i praktyczne programy kształcenia. Znajduje to odzwierciedlenie w rankingu Perspektyw, w którym regularnie od kilku lat kierunek Inżynieria Środowiska, prowadzony na Wydziale Inżynierii Lądowej i Środowiska, zdobywa pierwsze miejsce.

Wyzwania i szanse kształcenia inżynierów środowiska do 2025–2035

W perspektywie lat 2025–2035 zawód inżyniera środowiska będzie podlegał silnym zmianom wynikającym z transformacji klimatycznej i cyfrowej. Rynek pracy wymagać będzie zielonych kompetencji oraz łączenia klasycznej wiedzy technicznej z umiejętnościami IT i analizą danych. Kluczowym wyzwaniem kształcenia stanie się przygotowanie specjalistów w obszarze nowoczesnych nośników energii, w szczególności wodoru i energetyki jądrowej. Obejmuje to znajomość procesów technologicznych (elektroliza, ogniwa paliwowe, reaktory, systemy chłodzenia), zagrożeń bezpieczeństwa oraz oddziaływań na środowisko, w tym gospodarkę wodno-ściekową i odpadową. Inżynier środowiska musi uwzględniać ryzyka związane z łatwopalnością wodoru, emisjami promieniotwórczymi, chłodzeniem instalacji oraz spełnianiem rygorystycznych wymagań środowiskowych i BHP.

Istotne znaczenie mają także regulacje prawne i nadzór administracyjny, m.in. projektowane Prawo wodorowe oraz Prawo atomowe, które wymagają od inżyniera umiejętności prowadzenia ocen oddziaływania na środowisko, uzyskiwania pozwoleń i koordynacji nadzoru technicznego nad infrastrukturą energetyczną. Jednocześnie Polska intensywnie finansuje inwestycje środowiskowe i energetyczne – zarówno ze środków krajowych (NFOŚiGW), jak i unijnych (Fundusz Modernizacyjny, KPO, FEnIKS). Tworzy to znaczący popyt na specjalistów z zakresu inżynierii środowiska, gospodarki wodnej, OZE i zarządzania zasobami.

Nowy profil inżyniera sanitarnego powinien łączyć solidne podstawy hydrauliki, projektowania sieci i procesów wodno-ściekowych z kompetencjami cyfrowymi, ekologicznymi i społecznymi. Kluczowe jest ciągłe doksztalcanie się, zdobywanie uprawnień budowlanych oraz elastyczne uzupełnianie kwalifikacji poprzez studia podyplomowe, kursy i certyfikaty, aby sprostać dynamicznie zmieniającym się wymaganiom rynku pracy.

Podsumowanie od redakcji

Przytoczone wypowiedzi przedstawicieli uczelni jednoznacznie pokazują, że przyszłość kształcenia inżynierów środowiska opiera się na świadomym łączeniu trzech filarów: solidnych podstaw ogólnoinżynierskich, nowoczesnych kompetencji technologicznych oraz zdolności adaptacyjnych. Transformacja energetyczna nie wymaga jedynie znajomości konkretnych urządzeń czy aktualnych trendów rynkowych, lecz przede wszystkim umiejętności rozumienia i integrowania złożonych systemów – od poziomu instalacji w budynku, przez systemy ciepłownicze i energetyczne, aż po infrastrukturę miejską i krajową.

Przedstawione wypowiedzi zgodnie podkreślają, że kompetencje cyfrowe, takie jak BIM, symulacje komputerowe, analiza danych, automatyka, systemy zarządzania energią czy elementy sztucznej inteligencji, stają się nieodłącznym elementem pracy inżyniera, jednak nie mogą zastępować wiedzy podstawowej z zakresu mechaniki płynów, termodynamiki czy fizyki budowli. To właśnie ta „twarda” wiedza decyduje o bezpieczeństwie, niezawodności i jakości projektowanych rozwiązań.

Istotnym wspólnym mianownikiem debaty jest także rola uczelni jako środowiska „żywego laboratorium”, w którym studenci uczą się na rzeczywistych obiektach, projektach i danych eksploatacyjnych, we współpracy z przemysłem i instytucjami publicznymi. Stała aktualizacja programów studiów, dialog z otoczeniem społeczno-gospodarczym oraz włączanie studentów w projekty badawcze i problemowe pozwalają reagować na dynamiczne zmiany technologiczne i regulacyjne.

W perspektywie najbliższych 5–10 lat kluczowe znaczenie będą miały również kompetencje uniwersalne: umiejętność ciągłego uczenia się, krytycznego myślenia, pracy interdyscyplinarnej i odpowiedzialnego podejmowania decyzji w warunkach niepewności. Wypowiedzi pokazują wyraźnie, że uczelnie bardzo dobrze czują, że przyszły inżynier środowiska to nie tylko projektant instalacji czy sieci, lecz inżynier systemowy, doradca i integrator rozwiązań technicznych – przygotowany do współtworzenia transformacji energetycznej w sposób racjonalny, bezpieczny i zrównoważony.



Hip-Air – Nowe spojrzenie na bezpieczeństwo pacjentów w salach operacyjnych

W warunkach sali operacyjnej, gdzie precyzja, sterylność i kontrola są absolutnym priorytetem, nie zawsze dostateczną uwagę poświęca się fizjologicznym reakcjom pacjenta na środowisko mikroklimatyczne. Projekt Hip-Air, realizowany na Politechnice Warszawskiej, odpowiada na to wyzwanie, badając wpływ organizacji przepływu powietrza na ryzyko wystąpienia niezamierzonej hipotermii okołoperacyjnej.



Hipotermia pacjentów – ukryte zagrożenie w chirurgii

Nieoczekiwane obniżenie temperatury ciała pacjenta poniżej 36°C w trakcie operacji to powikłanie, które może mieć poważne skutki kliniczne. Niezamierzona hipotermia okołoperacyjna zwiększa ryzyko infekcji, zaburzeń krzepnięcia krwi, wydłuża czas rekonwalescencji, a także wpływa na zwiększenie kosztów leczenia i obciążenie personelu medycznego.

Choć medycyna dysponuje metodami profilaktyki (np. ogrzewaniem pacjenta), to skuteczność tych działań w dużej mierze zależy od otaczającego środowiska, w tym warunków termicznych i układów przepływu powietrza – szczególnie w obszarze operacyjnym.

Cele i założenia projektu Hip-Air

Projekt badawczy pt. „Wpływ organizacji przepływu powietrza w polu operacyjnym na ryzyko wystąpienia niezamierzonej hipotermii okołoperacyjnej pacjentów” (nr 2021/41/B/ST8/00700), finansowany przez Narodowe Centrum Nauki, stawia sobie ambitny cel: zrozumienie i opisanie mechanizmów wpływu wentylacji i mikroklimatu sali operacyjnej na bilans cieplny pacjenta.

Badania realizowane są przez Zespół ds. analiz komfortu cieplnego, produktywności i dobrostanu na Politechnice Warszawskiej i obejmują zarówno eksperymenty w warunkach laboratoryjnych, jak i analizy symulacyjne CFD.

Symulator sali operacyjnej – kluczowe narzędzie badań

Projekt Hip-Air korzysta z nowoczesnego narzędzia badawczego – Symulatora sali operacyjnej, zlokalizowanego na Wydziale Inżynierii Środowiska PW. To unikalne laboratorium pozwala na: realistyczne odwzorowanie warunków pracy w sali operacyjnej, sterowanie parametrami środowiskowymi (temperatura, wilgotność, przepływ powietrza, ciśnienie), wykorzystanie ogrzewanych manekinów termicznych do odwzorowania ciepła przekazywanego przez personel medyczny do otoczenia, oraz pomiar szeregu parametrów fizjologicznych pacjentów. Dzięki temu możliwe jest analizowanie wpływu różnych strategii wentylacyjnych (laminarnych, mieszających) i konfiguracji przestrzennych na straty ciepła z ciała pacjenta.

Znaczenie praktyczne i rekomendacje

Rezultaty projektu będą udostępnione projektantom sal operacyjnych (w zakresie rozmieszczenia nawiewów, strategii wentylacyjnych), producentom systemów HVAC i technologii ogrzewania pacjenta oraz personelowi medycznemu odpowiedzialnemu za profilaktykę hipotermii. Projekt ma również na celu popularyzację wiedzy o zagrożeniach związanych z hipotermią oraz promowanie projektowania i eksploatacji sal operacyjnych zorientowanych na dobrostan pacjenta.

Anna Bogdan



Projekt realizowany w ramach projektu badawczego nr 2021/41/B/ST8/00700 przyznanego przez Narodowe Centrum Nauki. Więcej informacji o projekcie można znaleźć na stronie: <https://hipotermiapacjentow.is.pw.edu.pl>

Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych – zakres i formy działalności

Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych jest niezależną, dobrowolną organizacją naukowo-techniczną o ogólnopolskim zasięgu, działającą nieprzerwanie od 1919 r. Organizacja funkcjonuje na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, a siedziba jej władz naczelnych mieści się w Warszawie. PZITS skupia osoby fizyczne i prawne związane zawodowo i społecznie z inżynierią sanitarną oraz inżynierią środowiska, obejmując szerokie spektrum specjalizacji technicznych.

Działalność PZITS koncentruje się na rozwoju myśli technicznej oraz upowszechnianiu wiedzy w obszarach takich jak gazownictwo, wodociągi i kanalizacja, ogrzewnictwo, ciepłownictwo, wentylacja i klimatyzacja, a także ochrona środowiska, gospodarka odpadami i budownictwo hydrotechniczne. Istotnym elementem aktywności jest integracja środowiska inżynierskiego, podnoszenie oraz weryfikacja kwalifikacji zawodowych, a także dbałość o przestrzeganie zasad etyki zawodowej i reprezentowanie zbiorowych interesów członków wobec instytucji publicznych.

Realizacja celów statutowych odbywa się poprzez szeroką działalność naukowo-techniczną, edukacyjną i wydawniczą. PZITS organizuje konferencje, seminaria, sympozja, szkolenia oraz wyjazdy studyjne, a także prowadzi działalność wydawniczą, obejmującą czasopisma techniczne i publikacje branżowe. W ramach struktur organizacyjnych funkcjonują oddziały regionalne, koła, sekcje branżowe i komisje problemowe, co umożliwia prowadzenie działań dostosowanych do potrzeb lokalnych środowisk technicznych.

Znaczącym obszarem aktywności jest współpraca z administracją publiczną, samorządami, jednostkami gospodarczymi i naukowymi, w tym udział w opiniowaniu aktów prawnych oraz norm technicznych. Organizacja prowadzi również doradztwo techniczne i rzeczoznawstwo, wspiera rozwój innowacyjnych rozwiązań oraz działania edukacyjne skierowane do różnych grup odbiorców. PZITS, odpowiadając na wyzwania technologiczne i środowiskowe, ukierunkowuje swoje działania na rozwój kompetencji inżynierskich, wdrażanie nowoczesnych technologii oraz wzmacnianie współpracy pomiędzy nauką, przemysłem i administracją.



Relacja z Konferencji „Instalacje w obiektach obrony cywilnej”

Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych – Oddział Katowicki zorganizowało konferencję „Instalacje w obiektach obrony cywilnej”, która odbyła się w Bibliotece Śląskiej w Katowicach. Wydarzenie poświęcone było analizie wymagań oraz rozwiązań związanych z instalacjami sanitarnymi i technicznymi w obiektach przeznaczonych do ochrony ludności, ze szczególnym uwzględnieniem specyfiki tych konstrukcji i potrzeb branży technicznej.

Konferencja objęła szeroki zakres zagadnień dotyczących projektowania, instalacji oraz funkcjonowania instalacji w obiektach obrony cywilnej, a także sposobów ich dostosowania do wymogów bezpieczeństwa. Uczestnicy mieli możliwość zapoznania się z propozycjami koncepcji technicznych oraz dobrych praktyk, co pozwoliło na pogłębioną refleksję nad wyzwaniami stawianymi przed inżynierami sanitarnymi i technicznymi w tym obszarze działalności.



Organizacja tej konferencji stanowi przykład zaangażowania PZITS w inicjatywy służące wymianie wiedzy oraz kompetencji środowiska technicznego. Poprzez taką działalność PZITS wspiera rozwój standardów branżowych oraz ułatwia praktyczne spojrzenie na kluczowe kwestie związane z instalacjami w obiektach o podwyższonym poziomie odpowiedzialności technicznej.

Więcej informacji: <https://pzits.com.pl/index.php/aktualnosci/538-instalacje-w-obiektach-ochrony-cywilnej-wymagania-propozycje-rozwiazan>

Szkolenie z zakresu zgrzewania rur z tworzyw sztucznych

W dniach 25–27 lutego 2026 r. odbędzie się specjalistyczne szkolenie „Zgrzewanie doczołowe i elektrooporowe rur z tworzyw sztucznych”, organizowane przez Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych – Oddział Dolnośląski.

Program obejmuje metody zgrzewania stosowane w sieciach i instalacjach sanitarnych, wykorzystanie nowoczesnych technologii i narzędzi, zasady prawidłowego wykonywania zgrzewów oraz aktualne wymagania normowe i przepisy techniczne. Zajęcia prowadzone będą w formule łączącej część teoretyczną z intensywnymi ćwiczeniami praktycznymi.

Po ukończeniu szkolenia uczestnicy otrzymają certyfikat potwierdzający udział i nabyte kompetencje.

Szczegóły i zapisy: <https://www.pzits.not.pl/zgrzew.html>



Szkolenia branżowe – informacja patronacka

W ramach partnerstwa z Branżowym Centrum Umiejętności w Żywcu przekazujemy informacje o aktualnej ofercie szkoleń kierowanych do osób dorosłych, zainteresowanych podnoszeniem kwalifikacji w obszarze instalacji sanitarnych, grzewczych i gazowych.



Zakres szkoleń obejmuje zagadnienia związane z wykonawstwem, montażem i obsługą instalacji technicznych w budownictwie, a także wybrane elementy nowoczesnych technologii stosowanych w praktyce instalacyjnej. Programy mają charakter praktyczno-teoretyczny i realizowane są w formie zajęć stacjonarnych, z wykorzystaniem zaplecza technicznego i dydaktycznego ośrodka.

Oferta szkoleniowa obejmuje kursy odpowiadające na potrzeby osób aktywnych zawodowo, które chcą uzupełnić wiedzę, zdobyć nowe umiejętności praktyczne lub uporządkować kompetencje w zakresie instalacji sanitarnych i systemów technicznych budynków. Tematyka szkoleń jest zróżnicowana i dostosowana do aktualnych rozwiązań stosowanych w branży, a programy realizowane są w ramach zaplanowanych edycji szkoleniowych.

Informacje o aktualnych szkoleniach, ich zakresie tematycznym, terminach oraz zasadach udziału publikowane są na stronie Branżowego Centrum Umiejętności w Żywcu: <https://bcu.zsbd.edu.pl/szkolenia>

Konferencja naukowo-techniczna „Woda, Ścieki, Odpady – Infrastruktura i Technologia”

Z przyjemnością ogłaszamy, że jesteśmy Patronem Konferencji organizowanej przez Katedrę Gospodarki Wodno-Ściekowej i Technologii Odpadów (Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Wrocławska) pod tytułem „Woda, Ścieki, Odpady – Infrastruktura i Technologia”. Wydarzenie odbędzie się w dniach 20–22 maja 2026 r. w hotelu Hotel Trzebnica, ul. Leśna 2, 55-100 Trzebnica. Konferencja stanowi forum wymiany wiedzy i doświadczeń pomiędzy środowiskiem naukowym, projektowym, eksploatacyjnym oraz przedstawicielami administracji i sektora komunalnego, działającymi w obszarze inżynierii środowiska.

Zakres tematyczny konferencji koncentruje się na zagadnieniach związanych z gospodarką wodną, ściekową i odpadową, ze szczególnym uwzględnieniem infrastruktury technicznej oraz stosowanych technologii. Program obejmuje m.in. technologie uzdatniania wody i oczyszczania ścieków, projektowanie, modernizację i eksploatację systemów infrastruktury komunalnej, zagadnienia niezawodności i bezpieczeństwa obiektów technicznych oraz rozwiązania technologiczne stosowane w gospodarce odpadami. Konferencja łączy aspekty naukowe z praktyką inżynierską, umożliwiając prezentację aktualnych kierunków rozwoju i doświadczeń wdrożeniowych.

Zgodnie z kalendarium wydarzenia, rejestracja uczestników prowadzona jest do 15 lutego 2026 r. i odbywa się za pośrednictwem formularza rejestracyjnego.

Szczegółowe informacje dotyczące konferencji dostępne są na stronie: <https://wso.pwr.edu.pl/konferencja>



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,
- dostępu do nagrań z wydarzeń organizowanych przez Zarząd Główny PZITS,
- zaproszeń do udziału w wycieczkach technicznych oraz spotkaniach integracyjnych,
- bieżących informacji o zmianach w przepisach i legislacji branżowej,
- informacji o ofertach 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,
- współpracy i wymiany doświadczeń z organizacjami zrzeszonymi m.in. w REHVA i IGU,
- publikowania artykułów w czasopismach PZITS,
- aktywnego udziału w pracach sekcji branżowych,
- otrzymania odznaczeń honorowych PZITS.



Dostęp do:

- materiałów, poradników i wytycznych opracowywanych przez PZITS,
- działalności szkoleniowej i rozwojowej organizowanej w całej Polsce,
- stowarzyszeniowej wspólnoty i wsparcia środowiska inżynierskiego.

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