



seria  
BIBLIOTEKA RI



Rynek  
instalacyjny

# INSTALACJE W BUDYNKACH PRZEMYSŁOWYCH I LOGISTYCZNYCH 2026

HVAC | ENERGIA I OZE | WOD-KAN



# Polskie izolacje techniczne

Poznaj nas bliżej  
na **rohhe.pl**



SIŁA Z NATURY

**Ulrich**<sup>®</sup>



# Próżniowe Kolektory Słoneczne

Rok założenia 1990

**MARAX**<sup>®</sup>  
IMPORT • EXPORT

www.marax.pl; e-mail: biuro@marax.pl  
tel.: +48 533 336 136, +48 609 564 760

# STIEBEL ELTRON

Nie czekamy na przyszłość.  
My ją tworzymy!

Nowa generacja pomp ciepła z czynnikiem chłodniczym R290.



*hpnext*



Poznaj nasze nowe pompy ciepła z generacji hpnext:

[www.stiebel-eltron.pl/hpnext](http://www.stiebel-eltron.pl/hpnext)



# Przedłuż prenumeratę

**RI** Rynek  
instalacyjny



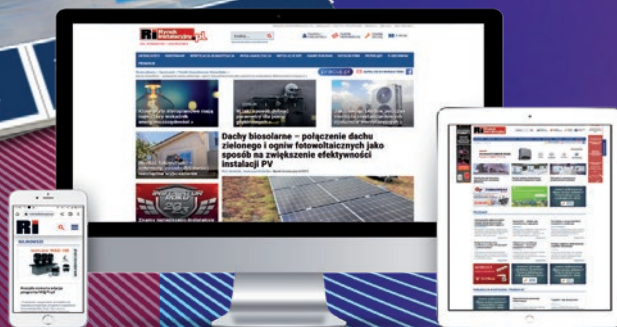
Kontakt w sprawie zamówień:

Tel. 22 512 60 50  
[www.wydawnicy.pl](http://www.wydawnicy.pl)



## Prenumerata zawiera

- 10 numerów w roku (w tym dwa numery łączone)
- dostawa na koszt wydawcy
- koszt egzemplarza o 15% taniej w stosunku do ceny detalicznej
- rozpoczęcie prenumeraty od dowolnego numeru
- zniżka dla studentów
- rabaty dla prenumeratorów na dodatki: poradniki, terminarz
- bezpłatny dostęp do wszystkich treści [RynekInstalacyjny.pl](http://RynekInstalacyjny.pl)



**WYBIERZ PRENUMERATĘ**  
**papierową lub e-prenumeratę PDF**  
**1 rok – 236 zł**  
**1 rok dla studenta – 141 zł**  
**2 lata – 419 zł**



Sterowanie  
oświetleniem



Ściemnianie



Paski LED



Łatwa  
instalacja



Efektywność  
energetyczna

# Światło, gdy go potrzebujesz

Pełna swoboda montażu – na słupie, ścianie, suficie lub w zabudowie. Rozwiązania idealne do wnętrz i na zewnątrz – perfekcyjne zarówno do nowych instalacji, jak i przy modernizacji istniejących.



## Seria 10-11-12

Włączniki zmierzchowe  
i zegary astronomiczne  
do oświetlenia zewnętrznego



## Seria 13-20-26-27

Przełączniki impulsowe -  
aby Twoja instalacja była  
funkcjonalna i wszechstronna



## Seria 15

Ściemniacze do zmiany  
intensywności oświetlenia  
i sterowania paskami LED



## Seria 18

Czujniki ruchu - wygoda  
i oszczędność energii



# **Instalacje w budynkach przemysłowych i logistycznych**

**HVAC | ENERGIA I OZE | WOD-KAN**



Warszawa 2026

# Spis treści

---

Wszeghstronny rozwój przemysłu i logistyki – z instalacjami! . . . . .	10
Obowiązkowy audyt energetyczny przedsiębiorstwa . . . . .	15
Efektywność energetyczna i samodzielność budynku przemysłowego . . . . .	26
POWERLINE GREEN 33 PRO w instalacjach przemysłowych, <i>Ever</i> . . . . .	36
Przemysłowa stacja transformatorowa do posadowienia na hali, <i>Elektrobud</i> . . . . .	38
Wykonanie i konserwacja rozdzielnic do zastosowań przemysłowych – wyzwania. . . . .	40
Systemy zarządzanie budynkiem (BMS) oraz energią (EMS) w ujęciu ośrodka logistyczno-magazynowo-produkcyjnego, <i>El-Piast</i> . . . . .	45
Wentylacja budynków kubaturowych . . . . .	50
CoolStream – jedna technologia dla wielu rozwiązań. System chłodzenia adiabatyicznego w obiektach przemysłowych, <i>Kingspan</i> . . . . .	58
Nowa generacja inteligentnych technologii HVAC – zdalne zarządzanie klimatem w hali, <i>Hoval</i> . . . . .	60
Wentylatory do zadań specjalnych . . . . .	64
Gazy niebezpieczne w zakładach przemysłowych . . . . .	74
Ścieki i deszczówka w budynkach logistycznych i przemysłowych . . . . .	82
Efektywne zarządzanie ściekami – innowacyjne rozwiązanie dla nowego magazynu w okolicach Łodzi, <i>SFA Poland</i> . . . . .	86
Energia dla przemysłu w UE oraz odzysk ciepła odpadowego dzięki pompom ciepła . . . . .	88
Materiały stosowane w instalacjach przemysłowych . . . . .	95

Wydanie specjalne „Rynku Instalacyjnego”

W publikacji wykorzystano m.in. materiały zamieszczone na [rynekinstalacyjny.pl](http://rynekinstalacyjny.pl), [elektro.info.pl](http://elektro.info.pl)

## Redakcja

Joanna Ryńska, Waldemar Joniec,  
Małgorzata Kryśka-Mosur  
[redakcja@rynekinstalacyjny.pl](mailto:redakcja@rynekinstalacyjny.pl)



## Wydawca i rozpowszechnianie

Grupa MEDIUM Sp. z o.o. Sp.k.  
04-112 Warszawa, ul. Karczewska 18  
tel. 22 512 60 60, [ksiegarniatechniczna.com.pl](http://ksiegarniatechniczna.com.pl)

ISSN: 2300-035X

Wydanie II, Warszawa 2026

## Skład i łamanie

Agencja Reklamowa MEDIUM

**Wszelkie prawa zastrzeżone**

© Copyright by Grupa MEDIUM

KOREAŃSKA TECHNOLOGIA GRZEWANIA

**Ulrich**<sup>®</sup>

**Navien**

**Nierdzewna stal  
szlachetna trwałość**

**Kotły C.O. kondensacyjne, dwufunkcyjne  
o mocy: 23kW, 28kW, 36kW**

Wymiennik i komora spalania wykonane ze stali nierdzewnej,  
w pełni kondensacyjny, dwufunkcyjny. Bardzo cichy,  
lekki o najmniejszych wymiarach kotłó olejowy c.o. na rynku.

**Kondensacyjne  
KOTŁY OLEJOWE**



[www.marax.pl](http://www.marax.pl)

e-mail: [biuro@marax.pl](mailto:biuro@marax.pl)

tel.: +48 533 336 136, +48 609 564 760

Rok założenia 1990



**MARAX**<sup>®</sup>  
IMPORT • EXPORT

## Wszechstronny rozwój przemysłu i logistyki – z instalacjami!

**Na funkcjonowanie przemysłu i logistyki wpływają zmiany prawne, za którymi idą nie tylko nowe obowiązki, ale też nowe możliwości techniczne pozwalające zwiększyć niezależność, samowystarczalność oraz efektywność codziennej pracy. O wielu z nich piszemy w dalszej części tego poradnika bardziej szczegółowo – tu chcemy zwrócić uwagę na mniej oczywiste zagadnienia, które jednak mogą wpłynąć na rozwój Państwa przedsiębiorstw.**

### Uwaga na serwis urządzeń chłodniczych – kolejne zmiany w latach 2026 i 2027!

Do serwisu instalacji chłodniczych, klimatyzacyjnych i pomp ciepła w coraz większym stopniu stosowane będą czynniki chłodnicze tzw. zregenerowane, czyli odzyskane z pracujących instalacji i profesjonalnie przygotowane w procesie regeneracji (przetwarzaniu odzyskanego F-gazu tak, żeby osiągnąć własności robocze odpowiadające własnościom substancji pierwotnej). Od 1 stycznia 2026 r. za sprawą rozporządzenia UE 2024/573 (F-gazowego) pogłębiony został zakaz stosowania w serwisie istniejących urządzeń chłodniczych, klimatyzacyjnych i pomp ciepła pierwotnych (czyli po raz pierwszy wprowadzonych do obrotu) syntetycznych czynników chłodniczych o wysokim GWP  $\geq 2500$  [1]. Zakaz obejmuje wodorofluorowęglowodory, perfluorowęglowodory i inne związki fluorowane wymienione w załączniku I do rozporządzenia F-gazowego – należą do nich np. R404A, R422D i R507, powszechnie pracujące w urządzeniach chłodniczych i większych pompach ciepła. Z zakazu wyłączone pozostają urządzenia chłodnicze: unikatowe dla celów wojskowych, do chłodzenia w elektrowniach atomowych (jądrowych) oraz zapewniające mrożenie/chłodzenie produktów do temperatury poniżej  $-50^{\circ}\text{C}$  [1].

Do 1 stycznia 2030 r. można natomiast stosować pełnowartościowe czynniki zregenerowane lub pochodzące z recyklingu – prawidłowo oznaczone i przechowywane w butlach z odpowiednią etykietą [1]. Warto zwrócić uwagę na pochodzenie zregenerowanego czynnika i jego legalność – na terenie całej UE proceder podrabiania tych czynników nie należy do rzadkości!

Z kolei od 1 stycznia 2032 r. wprowadzony zostanie zakaz serwisowania stacjonarnych urządzeń chłodniczych (z wyjątkiem chillerów) z zastosowaniem pierwotnych czynników chłodniczych o GWP  $\geq 750$  – m.in. R410A, R134a, R407C, R448A, R449A, R513A [1].

W latach 2026 i 2027 operatorzy urządzeń chłodniczych, klimatyzacyjnych i pomp ciepła (czyli osoby faktycznie nimi zarządzające) mogą oczekiwać kolejnych zmian dotyczących wymagań wobec personelu wykonującego prace wymagające ingerencji w obieg chłodniczy zawierający czynnik chłodniczy z grupy F-gazów. Zgodnie z obecnie obowiązującymi przepisami może przeprowadzać je tylko uprawniony serwisant, legitymujący się ważnym certyfikatem dla personelu wystawionym przez Urząd Dozoru Technicznego. Za wykonanie prac przez osobę nieuprawnioną grożą dotkliwe kary administracyjne, nakładane zarówno na samego serwisanta i jego macierzystą organizację, jak i na operatora. W 2026 r., wedle zapowiedzi Ministerstwa Klimatu i Środowiska, nastąpi nowelizacja polskiej ustawy o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych [2], co zaowocuje dalszym zaostrzeniem wspomnianych kar. Na mocy znowelizowanej ustawy – zapewne w 2027 r. – pojawi się nowy schemat



# UWAŻAJ!



## Fałszywe czynniki chłodnicze!

### Sprawdź, jak rozpoznać legalny zregenerowany czynnik i nie dać się oszukać!

#### ✓ Prawidłowy certyfikat jakości zgodny z Rozporządzeniem 2024/573, zawierający:

- Nazwę i adres autoryzowanego zakładu regeneracji (musi znajdować się w UE),
- Dane dotyczące badanego czynnika,
- Numer partii regenerowanego czynnika,
- Specyfikację jakości zgodną z normą **AHRI 700**,
- Czytelny podpis oraz pieczęć.

#### ✓ Prawidłowe oznakowanie pojemnika:

- Nazwa i adres autoryzowanego zakładu regeneracji,
- Informacja „**Zregenerowany w 100%**” zgodnie z Rozporządzeniem 2024/2174,
- Numer partii czynnika.

#### ✓ Informacje o autoryzowanym zakładzie regeneracji, posiadającym:

- Pozwoleń na przetwarzanie odpadów niebezpiecznych (kod 14 06 01 \*),
- Odpowiednie urządzenia do regeneracji,
- Laboratorium wyposażone w odpowiednie urządzenia do pełnej oceny jakości czynnika,
- Wykwalifikowany personel.

### Jak się zabezpieczyć?

Zanim użyjesz czynnika chłodniczego z nowego źródła:

- ☞ Sprawdź, czy podmiot regenerujący posiada odpowiednie pozwolenia w rejestrze BDO: [www.rejestr-bdo.mos.gov.pl](http://www.rejestr-bdo.mos.gov.pl)

- ☞ Skontaktuj się bezpośrednio z zakładem regeneracji, aby potwierdzić autentyczność certyfikatu i czynnika.



Jeśli masz wątpliwości zgłoś anonimowo podejrzenie pod adresem:

[www.bezpiecznehfc.pl](http://www.bezpiecznehfc.pl)

certyfikacji F-gazowej. Wśród kluczowych zmian należy odnotować: okresowe odnawianie certyfikatów dla personelu (obecnie certyfikat ważny jest bezterminowo, choć może zostać cofnięty w przypadku skazania za przestępstwo przeciwko środowisku) oraz pogłębienie zakresu certyfikacji o tzw. czynniki alternatywne (R290, R717, R744 oraz substancje z grupy HFO). Kiedy nowy system certyfikacji zostanie wprowadzony, należy upewnić się, że wykonawca prac serwisowych dysponuje aktualnymi uprawnieniami.

### **OZE? Tak, ale do wytwarzania ciepła i ciepła procesowego**

We wrześniu 2025 r. został opublikowany projekt nowelizacji ustawy o efektywności energetycznej, który m.in. implementuje zapisy znowelizowanej dyrektywy w sprawie efektywności energetycznej (EED). Prace nad ustawą wciąż trwają. Jednak wiadomo już, że zgodnie z dyrektywą obowiązkowy audyt energetyczny przedsiębiorstwa (odbywający się co 4 lata dla „nowych” podmiotów – termin wykonania pierwszego audytu to 11 października 2026 r.) będzie obejmował podmioty, których średnie zużycie energii (co ważne – wszystkich jej form i nośników) z ostatnich trzech lat było wyższe niż 10 TJ, czyli 2,78 GWh. Audyt energetyczny powinien określać m.in. potencjał opłacalnego wykorzystania lub wytwarzania energii z OZE – ta część obowiązkowego zadania jest o tyle korzystna, że dobrze przygotowany audytor może wskazać mniej oczywiste formy wykorzystania OZE. Warto pamiętać, że ich mądre stosowanie (w tym połączone z magazynowaniem energii i jej rozsądnym zarządzaniem) może także zwiększyć samowystarczalność przedsiębiorstwa i jego niezależność od wahań cen rynkowych.

Lwia część zużywanej przez przemysł energii to energia przeznaczona do produkcji ciepła zarówno ciepła procesowego, jak i ogrzewania pomieszczeń – hal, pomieszczeń biurowych czy reprezentacyjnych (showroom, sala szkoleniowa), których znaczenie rośnie szczególnie w zakładach produkcyjnych z własnym zapleczem biurowo-szkoleniowym, czy też obiektach w logistycznych „ostatniej mili”. Choć najbardziej znanym modelem wykorzystania OZE do produkcji ciepła pozostaje Power-To-Heat (wykorzystanie energii elektrycznej do wytwarzania ciepła), w kolejnych latach znaczenia może nabierać model Heat-To-Heat (wytwarzanie ciepła z energii ciepłej). Najczęściej chodzi tu o wysokosprawne przygotowanie wody lub pary do procesów przemysłowych dzięki wykorzystaniu ciepłej energii słonecznej. W uproszczeniu, najbardziej korzystne ekonomicznie są układy o mocy ponad 1 MW, na terenach o co najmniej średnim natężeniu promieniowania słonecznego, umożliwiające ulokowanie kolektorów w odległości maks. 1 km od zakładu. Inwestycja taka może zwrócić się nawet w ciągu 3–5 lat. Pracujące w tym modelu instalacje mogą pokryć 20–30% zapotrzebowania na ciepło, a w połączeniu z magazynem ciepła – aż do 80%.

Zakłady produkcyjne mogą też nabierać znaczenia zarówno jako konsument, jak i wytwórca bioenergii (przykładowo cementownie dysponują rzadko wykorzystanym potencjałem, związanym z odpadami produkcyjnymi). Zapotrzebowanie na biogaz, w tym biometan, może wzrosnąć za sprawą stopniowego wprowadzania go do sieci i instalacji zasilanych do tej pory gazem ziemnym. Innym, stosunkowo nowym, przejawem stopniowego odchodzenia od stosowania gazu ziemnego w ogrzewaniu budynków i pomieszczeń jest wykorzystanie w technice grzewczej niskoemisyjnych kotłów kondensacyjnych olejowych. Rozwiązania takie pojawiają się w portfolio firm kierujących swoją ofertą także do mniejszych obiektów komercyjnych czy przemysłowych.

### **Dyrektywa EPBD a pomieszczenia biurowe i szkoleniowe**

Przekształcona w 2024 r. dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1275 (EPBD) wskazuje konieczność wdrożenia odpowiednich norm jakości środowiska wewnętrznego w celu utrzymania zdrowego klimatu wewnętrznego [4]. Wymóg ten, jeszcze niezaimplementowany do prawa krajowego, dotyczyć będzie budynków niemieszkalnych nowo wznoszonych i poddawanych ważniejszym renowacjom – od 2030 r. (w przypadku budynków będących własnością instytucji

# REKUPERACJA CZUĆ KLIMAT.



## Elektrostatyczny filtr antysmogowy FESP – nowe podejście do filtracji w rekuperacji

Wysokie stężenia pyłów zawieszonych coraz częściej weryfikują skuteczność klasycznych rozwiązań filtracyjnych w wentylacji mechanicznej. Dla projektantów i wykonawców oznacza to konieczność łączenia wysokiej efektywności separacji frakcji ePM1 i ePM2.5 z niskimi oporami przepływu oraz stabilną pracą centrali. Elektrostatyczny filtr antysmogowy FESP od Alnor to kanałowy element montowany na czepni, przed centralą wentylacyjną, przeznaczony do oczyszczania powietrza nawiewanego w systemach rekuperacji.

## Jakość powietrza jako parametr projektowy

W obiektach mieszkaniowych i komercyjnych jakość powietrza zewnętrznego stała się realnym czynnikiem projektowym. Instalacje powinny dziś:

- skutecznie separować frakcje ePM10, ePM2.5 i ePM1,
- utrzymywać niskie straty ciśnienia w całym zakresie pracy,
- nie obniżać wydajności centrali,
- ograniczać koszty i częstotliwość serwisu.

## Dwustopniowa technologia filtracji z FESP

FESP łączy filtrację mechaniczną i elektrostatyczną, osiągając skuteczność filtracji drobnych frakcji na poziomie  $\geq 95\%$  zgodnie z EN ISO 16890

1. **Filtr wstępny.** Stalowy filtr siatkowy o bardzo niskich oporach przepływu zatrzymuje większe zanieczyszczenia (liście, owady, kurz), chroniąc sekcję elektrostatyczną przed uszkodzeniami mechanicznymi. Przekłada się to na stabilną pracę i wydłużoną żywotność urządzenia.
2. **Sekcja elektrostatyczna.** Proces oczyszczania przebiega dwuetapowo: najpierw cząstki są jonizowane przy napięciu 8 kV, a następnie – dzięki napięciu 4 kV – osadzane na elektrodach, co pozwala skutecznie usunąć drobne frakcje pyłów z powietrza nawiewanego.

## Eksploatacja bez wkładów

W tradycyjnych rozwiązaniach filtracyjnych to właśnie wymiana wkładów generuje stałe koszty i wymaga regularnej kontroli serwisowej. FESP upraszcza model użytkownika, a brak wymiennych wkładów oznacza:

- eliminację cyklicznych kosztów materiałów eksploatacyjnych,
- serwis ograniczony do okresowego czyszczenia wodą,
- mniejsze ryzyko pogorszenia jakości powietrza wynikające z opóźnionej wymiany filtrów.

Dodatkowo izolowana obudowa ogranicza straty ciepła i ryzyko kondensacji, a czujnik krańcowy automatycznie odcina zasilanie po otwarciu pokrywy serwisowej, zwiększając bezpieczeństwo obsługi.

## Spójność systemowa i łatwy dobór

Filtr FESP dostępny jest w czterech wielkościach i może pracować w instalacjach o wydajności od 30 do 1000 m<sup>3</sup>/h. Różnicowane średnice przyłączy umożliwiają łatwe dopasowanie do parametrów centrali i układu kanałowego.

## Czystsze powietrze, niższe koszty, stabilna instalacja – wykorzystaj możliwości, jakie daje FESP od Alnor

Elektrostatyczny filtr antysmogowy FESP to rozwiązanie, które pozwala jednocześnie podnieść standard jakości powietrza nawiewanego i zoptymalizować parametry pracy instalacji. Wysoka skuteczność filtracji frakcji ePM1, ePM2.5 i ePM10 ( $\geq 95\%$  wg EN ISO 16890), niskie opory przepływu oraz brak kosztów związanych z wymianą wkładów filtracyjnych przekładają się na realne korzyści projektowe i eksploatacyjne.

Jeśli w Twoich projektach jakość powietrza jest istotnym kryterium, warto uwzględnić FESP jako element systemowego podejścia do wentylacji. Sprawdź szczegóły techniczne i pełną ofertę rozwiązań Alnor i przekonaj się, jak łatwo połączyć wysoką skuteczność filtracji z prostą, ekonomiczną eksploatacją!



publicznych od 2028 r.). Choć budynki „typowo przemysłowe” jako całość zwykle wyłącza się z takich wymogów, już pomieszczenia biurowe lub socjalne muszą spełnić wymagania dyrektywy, które na polski grunt przeniosą przepisy techniczno-budowlane. W opublikowanych w czerwcu 2025 r. wytycznych Komisji Europejskiej zaleca się, by parametrami (wskaźnikami) monitoringu jakości powietrza były dwutlenek (ditienuk) węgla oraz PM<sub>2,5</sub> (pyły zawieszone o średnicy aerodynamicznej cząstki  $\leq 2,5 \mu\text{m}$ ) [5].

Skutecznym sposobem zapewniania kontrolowanej i efektywnej energetycznie wentylacji i filtracji w poszczególnych pomieszczeniach lub strefach obejmujących grupy pomieszczeń są systemy rekuperacji (wentylacji z odzyskiem ciepła), uzupełnione o tzw. filtry antysmogowe (to określenie rynkowe, nie istnieje prawna lub normowa definicja takiego filtra). Organizacja Eurovent zaleca, aby klasę filtra do ochrony pomieszczeń odnosić do jakości powietrza zewnętrznego – tak aby zapewnić w pomieszczeniach przeznaczonych na stały pobyt ludzi stężenie pyłu zawieszonego wynoszącego  $\text{PM}_{2,5} \leq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i  $\text{PM}_{10} \leq 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (średnia roczna). W przypadku stosowania filtrów dokładnych na obszarach o bardzo wysokim zapyleniu ( $\text{PM}_{2,5} > 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $\text{PM}_{10} > 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) klasa filtra powinna wynosić ePM1 80%, zaś na obszarach o wysokim zapyleniu ( $\text{PM}_{2,5} \leq 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $\text{PM}_{10} \leq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – powinna to być klasa ePM1 70% [5]. Filtr antysmogowy może być też oparty na innych mechanizmach niż filtracja mechaniczna, np. na elektrojonizacji powodującej usuwanie cząstek dzięki zjawiskom fizycznym zachodzącym w polu elektrycznym – takie rozwiązanie może cechować się niższym zużyciem energii i łatwiejszą konserwacją.

Po jeszcze więcej wiedzy i inspiracji zapraszamy do dalszych rozdziałów poradnika. Życzymy Państwu owocnej lektury i dobrych decyzji!

*Redakcja Rynku Instalacyjnego*

### Literatura

1. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/573 z dnia 7 lutego 2024 r. w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych (Dz.Urz. UE L 2024/573 z 20.2.2024)
2. Ustawa z dnia 15 maja 2015 r. o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych (t.j. Dz.U. 2020 poz. 2065)
3. Projekt ustawy o zmianie ustawy o efektywności energetycznej oraz niektórych innych ustaw, legislacja. rcl.gov.pl/projekt/12402653/katalog/13160043 (dostęp: 10.02.2026)
4. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1275 z dnia 24 kwietnia 2024 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona) (Dz.Urz. UE L 2024/1275 z 8.05.2024)
5. Eurovent 4/23: Dobór klas filtrów powietrza do wentylacji ogólnej sklasyfikowanych według PN-EN ISO 16890, <https://www.eurovent.eu/publications/eurovent-4-23-2022-dobor-klas-filtrow-powietrza-do-wentylacji-ogolnej-sklasyfikowanych-wedlug-pn-en-iso-16890/> (dostęp: 10.02.2026)

# Obowiązkowy audyt energetyczny przedsiębiorstwa

**Obowiązkiem realizacji audytu energetycznego przedsiębiorstw co 4 lata zostanie objęta znacznie większa liczba przedsiębiorstw z sektora przemysłowego, w tym MŚP, ze względu na nowe kryterium energochłonności. Przedsiębiorstwa przemysłowe zużywają dużo energii, ale mają także potencjał poprawy efektywności energetycznej i dla wielu z nich będzie to pierwszy audyt energetyczny, który może je wesprzeć w optymalizacji zużycia energii oraz obniżeniu jej kosztów.**

## Podstawa prawna, cele i uzasadnienie

W sytuacji regularnego wzrostu cen energii oraz dążenia Unii Europejskiej do neutralności klimatycznej, krajom członkowskim stawiane są nowe cele i wyzwania w zakresie dekarbonizacji oraz poprawy efektywności energetycznej. W poszczególnych państwach wdrażane są narzędzia oraz mechanizmy wsparcia, które mają nie tylko zachęcić, ale również wytyczyć drogę i wesprzeć instytucje publiczne oraz przedsiębiorstwa w realizacji planów zmniejszenia energochłonności oraz redukcji emisji gazów cieplarnianych.

W związku z powyżej wskazanymi celami, 13 września 2023 r., Komisja Europejska opublikowała dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/1791 w sprawie efektywności energetycznej (EED) oraz zmieniającą rozporządzenie (UE) 2023/955. Jest ona następstwem wcześniejszej dyrektywy 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej. W Polsce aktem prawnym wdrażającym zapisy ze wspomnianych dyrektyw jest ustawa o efektywności energetycznej z 20 maja 2016 r. (Dz.U. 2016, poz. 831). To w niej po raz pierwszy pojawił się obowiązek wykonania audytu energetycznego przedsiębiorstwa, zwanego również audytem obowiązkowym. Do tej pory każdy przedsiębiorca z wyjątkiem mikro, małego oraz średniego przedsiębiorcy miał obowiązek przeprowadzać audyt energetyczny przedsiębiorstwa, który obejmował obszary odpowiadające za co najmniej 90% całkowitego zużycia energii przez audytowane przedsiębiorstwo.

Nadrzędnym celem audytu jest identyfikacja obszarów znaczących strat oraz wskazanie rozwiązań, które mogą pomóc w zmniejszeniu zużycia energii oraz



**Fot. 1.** Pompa ciepła na czynnik R450A, wykorzystująca ciepło odpadowe i podnosząca efektywność energetyczną instalacji grzewczo-chłodzącej, zastosowana w zakładzie produkującym świece. Moc grzewcza wynosi 144 kW, zaś wydajność chłodnicza 86 kW. Współczynnik opisujący efektywność jednoczesnego grzania i chłodzenia  $TER = 3,83$ . Zastosowanie tego procesu pozwala na 400 tys. zł oszczędności rocznie

Źródło: Gazuno

pozwoić na poprawę efektywności energetycznej procesów realizowanych w przedsiębiorstwie. Prace audytorskie zakończone są raportem, który w sposób usystematyzowany prezentuje aktualny bilans energetyczny, wskazuje najbardziej energochłonne procesy oraz ilość energii, którą potencjalnie można zaoszczędzić.

### Dyrektywa EED 2023/1791 – zakres zmian i nowe wytyczne dla audytorów

Dyrektywa EED wprowadza kilka istotnych zmian w zakresie realizacji obowiązku przeprowadzania co 4 lata audytu energetycznego przedsiębiorstwa. Zgodnie z art. 11 ust. 2 każde przedsiębiorstwo, które przy uwzględnieniu wszystkich nośników energii średniorocznie w ciągu ostatnich 3 lat zużywało minimum 10 TJ energii i nie wdrożyło certyfikowanego systemu zarządzania energią, będzie musiało przeprowadzać audyt energetyczny. Oznacza to zmianę kryterium, które pierwotnie odnosiło się do wielkości przedsiębiorstwa. Po nowelizacji ustawy o efektywności energetycznej podstawowym wskaźnikiem będzie zużycie energii w wysokości 10 TJ, co odpowiada 2,78 GWh. Ta zmiana spowoduje, że obowiązkiem realizacji audytu zostanie objęta znacznie większa liczba przedsiębiorstw, również z sektora MŚP. W kontekście potrzeby zwiększenia ilości oszczędności energii raportowanych do Komisji Europejskiej jest to na pewno racjonalny krok. Przedsiębiorstwa, które zużywają dużo energii, mają potencjał do poprawy efektywności energetycznej, a dla wielu z nich będzie to pierwszy audyt energetyczny, który realnie będzie mógł je wesprzeć w optymalizacji zużycia energii oraz obniżeniu jej kosztów.

W dyskusjach pomiędzy ekspertami z obszaru efektywności energetycznej pojawia się sformułowanie „jabłka, które wisiały najniżej zostały już zebrane”, przez co rozumie się, że w wielu przypadkach najprostsze i najbardziej oczywiste działania poprawiające efektywność energetyczną – te, które przynosiły szybkie i duże oszczędności relatywnie niewielkim kosztem – zostały już zrealizowane. W przypadku przedsiębiorstw, które do tej pory nie rozważały inwestycji w tym zakresie, audyt energetyczny może się stać świeżym i ciekawym rozwiązaniem prowadzącym do poprawy efektywności energetycznej. Możliwe, że w wielu firmach wciąż znajdują się obszary, w których stosunkowo niewielkim nakładem można osiągnąć zauważalną poprawę efektywności energetycznej.

Poza zmianą kryterium przedsiębiorstw zobligowanych do przeprowadzania audytu energetycznego przedsiębiorstwa, dyrektywa wprowadza również obowiązek sporządzenia konkretnego i wykonalnego planu działania na bazie raportu z audytu. Według projektu nowelizacji ustawy o efektywności energetycznej, który został opublikowany 30 września 2025 r., powinien on powstać w terminie 45 dni od zakończenia audytu i powinien zawierać informacje o planowanych oszczędnościach energii z inwestycji zaproponowanych w audycie energetycznym przedsiębiorstwa. Plan powinien również wskazywać środki mające na celu wykonanie poszczególnych zaleceń, określić harmonogram prac oraz zawierać wskaźnik wdrożenia zaleceń z audytu. Jest to element, który ma zachęcić przedsiębiorców do szczegółowej analizy raportu i zastanowienia się nad możliwościami urzeczywistnienia zaproponowanych środków poprawy efektywności energetycznej.



**Fot. 2.** Wymiana systemu oświetleniowego na nowoczesne oprawy LED typu „High Bay” to jeden ze skutecznych sposobów na zauważalną poprawę efektywności energetycznej (dotyczy to także wymiany starszych źródeł LED na nowsze)  
Źródło: LedHoff



## SYSTEM TECLIT

Kompletny, niepalny  
i uniwersalny system izolacji  
instalacji dla mediów  
od  $-16^{\circ}$  do  $250^{\circ}\text{C}$

System TECLIT  
realnie skraca czas  
pracy nawet o 35% -  
to efektywność,  
pewność i oszczędności

- Szybko.
- Bezpiecznie.
- Pewnie.

[Dowiedz się więcej](#)



Zgodnie z dyrektywą państwa członkowskie mają obowiązek zapewnić wszystkim odbiorcom końcowym energii dostęp do audytów energetycznych wysokiej jakości, które będą dla nich opłacalne. Jednym z zaproponowanych mechanizmów jest przeprowadzanie audytów w sposób niezależny przez ekspertów wykwalifikowanych lub akredytowanych zgodnie z kryteriami kwalifikacji. Tą drogą kierowano się w polskim projekcie nowelizacji ustawy o efektywności energetycznej. Pojawia się w nim zapis, że audyt energetyczny przedsiębiorstwa powinien zostać wykonany przez audytora efektywności energetycznej wpisanego do wykazu audytorów prowadzonego przez prezesa Urzędu Dozoru Technicznego (UDT), który nie jest bezpośrednio zaangażowany w audytowaną działalność tego przedsiębiorcy. Wprowadzenie zawodu audytora efektywności energetycznej i prowadzenie rejestru ma zapewnić dostęp do wysokiej jakości usług i zapewnić otrzymanie profesjonalnie sporządzonego audytu.

### Nie tylko obowiązek – korzyści dla firm związane z poprawą efektywności energetycznej

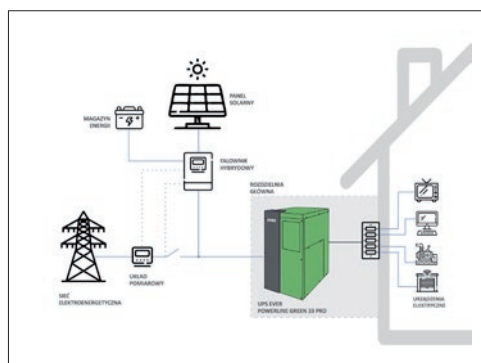
W kontekście poprawy jakości usług audytorskich często pojawia się również pytanie o to, jaką korzyścią dla firmy jest audyt wysokiej jakości i czy nie stanowi on dla przedsiębiorstwa wartości tylko pod kątem spełnienia ustawowego obowiązku?

W pierwszej kolejności warto skupić się na efektach, które mogą być odczuwalne przez firmę w wymiarze finansowym. Realizacja przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej jest bezpośrednio powiązana ze zmniejszeniem zużycia energii finalnej, czyli energii dostarczonej do odbiorcy końcowego. Wraz z redukcją zużycia energii zmniejszają się jej koszty. W trakcie przeprowadzania audytu wykonuje się analizę ekonomiczną, która potwierdza, czy realizacja przedsięwzięcia jest uzasadniona ekonomicznie. Jeżeli zostanie ona wykonana prawidłowo i szczegółowo, jest solidną podstawą do rozpatrzenia opłacalności inwestycji przy zróżnicowanych założeniach, na przykład stałych i zmiennych cenach energii.

Projekt nowelizacji ustawy wprowadza również zapis, według którego audyt energetyczny przedsiębiorstwa powinien określać potencjał opłacalnego wykorzystania lub wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych. Analiza pozwoli określić potencjał przedsiębiorstwa pod kątem wykorzystania OZE, co w konsekwencji powinno doprowadzić do zwiększenia wytwarzania energii odnawialnej z własnych źródeł i pomóc w optymalizacji kosztów energii. Produkcja energii z własnej instalacji OZE umożliwi przedsiębiorstwu częściowe uniezależnienie się od zewnętrznych dostawców energii oraz ograniczenie wpływu wahań cen energii na rynku na koszty funkcjonowania firmy.

Pokrywając część zapotrzebowania energetycznego samodzielnie, przedsiębiorstwo staje się mniej podatne na dynamiczne zmiany cen energii.

Zmniejszenie zużycia energii finalnej oraz zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii przynosi nie tylko wymierne korzyści ekonomiczne i energetyczne, ale ma również istotny wpływ na środowisko naturalne. Ograniczenie zapotrzebowania na paliwa kopalne bezpośrednio przekłada się również na redukcję emisji gazów cieplarnianych. Działania te nabierają szczególnego znaczenia w kontekście możliwości uzyskania wsparcia finansowego w ramach programów promujących efektywność energetyczną i zrównoważony rozwój. Dobrym przy-



Rys. 1. Efektywność energetyczna w przemyśle wymaga nie tylko stosowania OZE, ale też racjonalnego gospodarowania uzyskaną przy ich zastosowaniu energią Źródło: EVER



# NV6 Series VRF

SYSTEMY KLIMATYZACJI CENTRALNEJ FULL-DC INVERTER

Globalny klimat stoi w obliczu poważnych wyzwań. Aby osiągnąć cel „obustronnej neutralności węglowej”, pilnym zadaniem dla przedsiębiorstw stała się skuteczna kontrola emisji dwutlenku węgla, poprawa efektywności energetycznej i redukcja zużycia energii.

Systemy NØRDIS CAC kierują się koncepcją projektowania produktów o wysokiej wydajności, oszczędności energii i niskiej emisji dwutlenku węgla. Wykorzystują wysokiej jakości komponenty o wysokiej sprawności chłodniczej oraz wiodącą technologię chłodniczą, aby zrealizować cel zielonego, niezawodnego i wydajnego zarządzania energią w systemach klimatyzacji budynków.



Ekstremalnie szybkie chłodzenie i ogrzewanie



Stabilny



Tryb czuwania ODU



Wysoka wydajność



Sprężarka o wysokiej efektywności energetycznej



Stała temperatura



Świeże powietrze



Silnik wentylatora DC Inverter



Komfortowy, łagodny nawiew



Technologia komunikacji magistrali CAN bez polaryzacji



Zdalne inteligentne centrum serwisowe NØRDIS



Wygodny

kładem jest tu kredyt ekologiczny, w którym dotychczas – w pierwszych naborach – wymagano wykazania oszczędności w zużyciu energii pierwotnej oraz ograniczenia emisji dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>). W najnowszym, czwartym naborze wprowadzono jednak istotne zmiany w karcie audytu, wskazujące na potrzebę uwzględnienia emisji także innych gazów cieplarnianych. Świadczy to o rosnącej świadomości ekologicznej i bardziej kompleksowym podejściu do oceny wpływu inwestycji na środowisko.

Oprócz realnych korzyści energetycznych, finansowych oraz środowiskowych realizacja audytu energetycznego przedsiębiorstwa oraz zaproponowanych w nim zaleceń poprawia ogólny wizerunek firmy oraz jej konkurencyjność. Przedsiębiorstwa w swojej komunikacji z interesariuszami publikują informacje nt. zrealizowanych inwestycji, uzyskanych oszczędności energii czy wielkości śladu węglowego. W czasach intensywnej transformacji energetycznej i dążenia do dekarbonizacji, osiągnięcia firmy w zakresie redukcji zużycia energii oraz zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych są elementami świadczącymi o odpowiedzialności środowiskowej i zrównoważonym podejściu do prowadzenia biznesu. Duże przedsiębiorstwa są zobowiązane w swoich raportach ESG do publikowania informacji o zużyciu energii, śladzie węglowym i do opracowywania planów dekarbonizacji. Dodatkowo skuteczne działania w tym zakresie pozwalają na zmniejszanie kosztów produktu końcowego, co z kolei może zwiększyć konkurencyjność firmy oraz atrakcyjność na rynku jako przedsiębiorstwa zaangażowanego w poprawę nie tylko efektywności energetycznej, lecz także jakości środowiska.

### Przykładowe działania poprawiające efektywność energetyczną – technologie i produkty

Sposobów na zwiększenie efektywności energetycznej jest wiele. Mogą one dotyczyć zarówno modernizacji urządzeń i systemów, jak i zmian w sposobie organizacji pracy czy zarządzania energią. Dobór odpowiednich działań zależy od specyfiki działalności przedsiębiorstwa, rodzaju prowadzonej produkcji, wykorzystywanych paliw, a także skali i charakteru zużycia energii.

W pierwszej kolejności zostaną omówione modernizacje, które dotyczą niemal każdego przedsiębiorstwa. Najbardziej znanymi i najczęściej realizowanymi inwestycjami są termomodernizacje budynków oraz wymiany oświetlenia. W każdym budynku znajdują się systemy oświetleniowe, nierzadko ze starymi oprawami, w których znajdują się metalohalogenowe lub jarzeniowe źródła światła. Ich wymiana wraz z montażem systemów regulacji ich czasu pracy jest bardzo prostym, szybkim oraz często pierwszym krokiem w poprawie efektywności energetycznej w przedsiębiorstwie. Nowe źródła LED są już na tyle długo obecne na rynku, że zdarzają się przedsięwzięcia, w trakcie których następuje wymiana starszych źródeł LED na nowsze, jeszcze bardziej efektywne. Wynika to z ciągle postępującego rozwoju technologicznego w tym zakresie, w wyniku którego uzyskuje się coraz większą skuteczność świetlną źródeł LED.

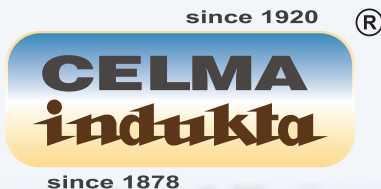
Kolejnym często wykonywanym przedsięwzięciem jest szeroko rozumiana termomodernizacja budynków oraz hal produkcyjnych obejmująca takie działania jak docieplenie ścian i stropodachów, wymiana drzwi i okien czy modernizacja systemu centralnego ogrzewania lub ciepłej wody użytkowej. Największe oszczędno-



**Fot. 3.** Budynek historyczny o charakterze przemysłowym – kluczowym elementem termomodernizacji z poszanowaniem wymagań konserwatorskich była wymiana świetlików dachowych i wykorzystanie nowoczesnych rozwiązań z PC Źródło: Aluco

# Cantoni<sup>®</sup>

GROUP



## Silniki elektryczne od **0,04 kW** do **7000 kW** produkowane w Polsce

**Grupa Cantoni** to największy w Polsce producent silników elektrycznych i systemów napędowych w zakresie mocy **od 0,04 kW do 7000 kW** oraz hamulców do silników elektrycznych i narzędzi. Silniki elektryczne produkowane są w Spółkach: **Celma Indukta S.A.**, **Emit S.A.** oraz **Besel S.A.** Hamulce produkuje **Ema-Elfa Sp. z o.o.**

Oferta obejmuje silniki elektryczne jednofazowe i trójfazowe ogólnego przeznaczenia, o różnych klasach sprawności (IE4, IE3, IE2, IE1), silniki do specjalnych zastosowań lub przeznaczone do pracy w szczególnych warunkach, jak również silniki zaprojektowane i wykonane na indywidualne zamówienie klienta.

ści uzyskuje się dla największych różnic temperatur. Im większa różnica temperatur, tym większe straty. Im grubsza i o lepszych parametrach izolacja zostanie zastosowana, tym bardziej zostaną one ograniczone. W zakresie termomodernizacji czy izolacji rurociągów warto rozważyć badanie termowizyjne, które pozwoli zweryfikować powierzchnie o stosunkowo wysokich temperaturach.

Podążając tropem strat ciepła, warto zaznaczyć, że duże oszczędności przynoszą modernizacje dotyczące izolacji rurociągów, przez które przepływa czynnik o wysokiej temperaturze. Im większa temperatura czynnika, tym większych oszczędności można się spodziewać. W przypadku napowietrznych instalacji parowych najczęściej wybieranym rozwiązaniem jest montaż izolacji na przykład z wełny mineralnej od renomowanych producentów. W przypadku sieci ciepłowniczych umieszczanych w gruncie popularnym rozwiązaniem jest całkowita wymiana rur na preizolowane. Na polskim rynku pojawia się coraz więcej producentów oferujących rury o coraz niższych współczynnikach strat ciepła, które są wykonywane w coraz nowszych technologiach. Z kolei w komorach ciepłowniczych najwygodniejszym i prawdopodobnie najbardziej opłacalnym przedsięwzięciem jest montaż pokrowców termoizolacyjnych. Poza oczywistym efektem ograniczenia strat ciepła, rozwiązanie to wyróżnia się również możliwością łatwego demontażu pokrowców, co w przypadku prac serwisowych stanowi istotne ułatwienie i pozwala na szybki dostęp do poszczególnych elementów instalacji.

W kontekście ograniczania strat ciepła w branży energetycznej mówi się, że najtańsza energia to ta, która nie jest zużywana. Natomiast często energia jest zużywana na tyle efektywnie, że miejsca na poprawę zostało już niewiele. W tym miejscu pojawia się możliwość zastosowania odzysku energii.

Dobrym przykładem może być modernizacja sprężarek powietrza. W zakładzie mogą znajdować się najnowsze urządzenia o najniższych wskaźnikach zużycia energii elektrycznej na jednostkę produkcji sprężonego powietrza, ale nie zmienia to faktu, że znaczna część energii jest tracona do otoczenia i niejednokrotnie w dużych sprężarkowniach znajdują się wentylatory odprowadzające ciepło z pomieszczenia w celu zachowania odpowiednich warunków pracy dla sprężarek.

Większość energii dostarczanej do urządzeń i zużywanej podczas sprężania jest marnowana poprzez emisję do otoczenia w formie ciepła. Ciepło z procesu sprężania można wykorzystać na wiele sposobów, czego efektem jest to, że obecnie znaczna część sprężarek możliwych do zakupienia na rynku posiada opcję fabrycznego wyposażenia we wbudowany wymiennik ciepła.

Przy rozważaniu wykorzystania ciepła odpadowego warto rozważyć zapotrzebowanie na ciepło w poszczególnych obszarach. Należy pamiętać, że przekierowanie odzyskanego ciepła do obszaru znajdującego się daleko od sprężarkowni będzie generowało dodatkowe straty na długich rurociągach. Zwiększy to również koszt inwestycyjny, a uzyskany efekt może nie być na tyle wysoki, aby inwestycja była uzasadniona ekonomicznie. Zdarzają się sytuacje, w których przedsiębiorcy, którzy chcą zmodernizować całą sprężarkownię i mający świadomość takiego problemu, decydują się na przeniesienie jej bliżej obszarów energochłonnych, na przykład kottowni, w celu wstępnego podgrzewania wody zasilającej kocioł.

Do zwiększenia efektywności aktualnie pracujących urządzeń można również doprowadzić, stosując odpowiednie sterowanie i regulację ich pracy. Często realizowanym przedsięwzięciem jest montaż falownika przy napędach wentylatorów, pompach czy systemach klimatyzacji i wentylacji. Przynosi ono relatywnie duże oszczędności energii szczególnie w zakładach przemysłowych, gdzie warunki i czas pracy urządzeń zależne są od dostępności materiałów i zapotrzebowania na dany produkt na rynku. W wyniku zastosowania falownika powstaje możliwość dostosowania obciążenia urządzenia do aktualnych potrzeb produkcyjnych, co przekłada się na zdecydowanie mniejsze zużycie energii zarówno w trakcie jego obciążenia, jak i pracy na biegu jałowym.

Przed realizacją przedsięwzięć warto rozważyć programy dofinansowań pozwalające sfinansować inwestycję lub pozyskać dodatkowe środki za jej realizację. Jedną z takich możliwości jest

# INSULATION WITHOUT LIMITS

**Nowoczesne i efektywne  
rozwiązania izolacyjne dla przemysłu**

## **WYKONUJEMY**

- 🔹 Termoizolacyjne materace tekstylne
- 🔹 Poliuretany
- 🔹 Montaż i pefabrykacja płaszczy z blachy
- 🔹 Zgrzewanie szpilek i kołków
- 🔹 GRP



**PetroStal Sp. z o.o.**  
ul. Konstantego Maciejewicza 2  
83-050 Bąkowo, Polska

+48 58 355 04 18  
info@petrostal.com  
[www.petrostal.com](http://www.petrostal.com)

skorzystanie z systemu świadectw efektywności energetycznej, czyli tak zwanych białych certyfikatów.

Białe certyfikaty to inaczej świadectwa efektywności energetycznej, w postaci praw majątkowych, które niemal każdy podmiot (przedsiębiorca, jednostka samorządu terytorialnego, osoba fizyczna, spółdzielnia mieszkaniowa, stowarzyszenie, fundacja, jednostki kultu religijnego etc.) może uzyskać za realizację przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej, a następnie za pośrednictwem Towarowej Giełdy Energii sprzedać je podmiotowi zobowiązanemu, czyli m.in. przedsiębiorstwu energetycznemu wykonującemu działalność gospodarczą w zakresie wytwarzania lub obrotu energią elektryczną, gazem ziemnym lub ciepłem oraz zajmującym się ich sprzedażą odbiorcom końcowym znajdującym się na terytorium kraju.

Białe certyfikaty można pozyskać na większość przedsięwzięć, które generują oszczędności energii finalnej. Oznacza to, że na wskazane m.in. w art. 19 ust. 1 ustawy o efektywności energetycznej działania zmniejszające zużycie energii można pozyskać dodatkowe środki pieniężne. Ważnym celem programu jest efekt zachęty, czyli możliwość złożenia wniosku wraz z audytem do Urzędu Regulacji Energetyki przed podpisaniem umowy z wykonawcą lub złożeniem zamówień na urządzenia.

### Podsumowanie

Rosnące ceny energii oraz ambitne cele Unii Europejskiej w zakresie neutralności klimatycznej sprawiają, że poprawa efektywności energetycznej staje się jednym z kluczowych kierunków rozwoju zarówno dla państw członkowskich, jak i dla samych przedsiębiorstw. Nowa dyrektywa (UE) 2023/1791 oraz planowana nowelizacja ustawy o efektywności energetycznej koncentrują się już nie na wielkości firmy, lecz na faktycznym zużyciu energii, co znacząco rozszerza krąg podmiotów zobowiązanych do przeprowadzania audytu energetycznego.

Wprowadzenie obowiązku opracowania planu działań po wykonaniu audytu oraz wymóg przeprowadzania audytów przez certyfikowanych ekspertów to stanowcze kroki w stronę zwiększenia jakości, skuteczności i praktycznego wykorzystania wyników audytów. Potrzeba wdrożenia proponowanych działań będzie musiała zostać rozważona indywidualnie w każdym przedsiębiorstwie zobowiązanym ustawą, czego konsekwencją w niektórych firmach może być potrzeba zatrudnienia nowych osób lub poszerzenia kompetencji obecnych pracowników.

Podsumowując, kierunek wyznaczony przez dyrektywę 2023/1791 oraz krajowe regulacje prawne nie tylko zobowiązuje przedsiębiorstwa do działań w obszarze efektywności energetycznej, ale przede wszystkim daje im narzędzia do budowania nowoczesnej, oszczędnej i odpowiedzialnej energetycznie gospodarki. Celem zmian jest realne wsparcie przedsiębiorstw w optymalizacji procesów energetycznych, redukcji kosztów i ograniczeniu emisji gazów cieplarnianych, a audyt energetyczny ma stać się inwestycją w przyszłość firmy, jej stabilność finansową i realizację celów zrównoważonego rozwoju.



Fot. 5. Przykład systemu odzyskującego ciepło ze sprężarek w procesach przemysłowych  
Źródło: Kaeser Kompressoren

# SKUTECZNA POPRAWA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ DZIĘKI POMPOM CIEPŁA?



Sprawdź, jak się to robi w Polsce i zainspiruj się:  
Poznaj studia przypadków w polskich zakładach przemysłowych opisanych w raporcie Krajowej Agencji Poszanowania Energii  
pt. **Przemysłowe pompy ciepła – studium przypadku**



Obejrzyj nagranie webinarium (11.02.26)  
**Rola pomp ciepła w dekarbonizacji przemysłu**



## Efektywność energetyczna i samodzielność budynku przemysłowego

---

Decyzje związane ze źródłami energii oraz zarządzaniem energią w budynku przemysłowym są coraz częściej dyktowane wymogami dotyczącymi dekarbonizacji przemysłu, obowiązku raportowania ESG czy zrównoważenia, zarówno w rozumieniu ekonomicznym, jak i środowiskowym. Wykorzystuje się m.in. odnawialne źródła energii, urządzenia gotowe na „nośniki przyszłości” (wodór i tzw. gazy zdekarbonizowane) czy rozwiązania zapewniające magazynowanie energii i gwarantujące jej dostępność, co poprawia efektywność energetyczną, zwiększa niezależność i samodzielność energetyczną oraz obniża emisyjność budynków przemysłowych i logistycznych. Znajduje to odzwierciedlenie m.in. w coraz większej liczbie wysokich ocen w ramach certyfikacji wielokryterialnej (LEED i BREEAM) w tym sektorze.

### OZE dla logistyki i przemysłu – woda, słońce i cable pooling

Najczęściej wykorzystywanym odnawialnym źródłem energii w przemyśle jest słońce, którego energia pozyskiwana jest przez instalację fotowoltaiczną (PV). Jeszcze przed drastycznymi wzrostami cen energii elektrycznej 64% najemców powierzchni magazynowych interesowało się pozyskiwaniem własnej energii ze słońca, a deweloperzy jako główną korzyść z inwestycji w tę instalację wskazywali zmniejszenie kosztów użytkowania powierzchni. Obecnie można obserwować zainteresowanie tymi instalacjami nie tylko na potrzeby inwestycji typu BTS lub BTO (zbudowanych przez dewelopera specjalnie pod wynajem długoterminowy lub na własność konkretnego klienta) [1], ale także inwestycji deweloperów w obiektach własnych, o większej elastyczności najmu. Instalacje PV mogą zapewnić zmniejszenie zużycia energii elektrycznej nawet o 50%, a czas zwrotu z inwestycji może wynosić mniej niż 5 lat.

Instalacje PV można wykonywać zarówno na dachach budynków (są to najczęściej wielkoformatowe dachy płaskie), na elewacjach oraz jako dachy wiat fotowoltaicznych (carportów) na parkingach zewnętrznych – w tym wykonaniu carporty dodatkowo zabezpieczają samochody przed nagrzewaniem. Największe wyzwanie stanowi odpowiednia wytrzymałość dachu – o ile w nowych obiektach odpowiednią konstrukcję dachu można przewidzieć na etapie projektu, o tyle w przypadku budynków istniejących konieczny jest zwykle audyt wytrzymałości dachu (umownie można przyjąć, że instalacja PV to dodatkowe 12–25 kg/m<sup>2</sup> dachu), a niejednokrotnie również dostosowanie jego konstrukcji do wymagań wytrzymałościowych. Wymogi bezpieczeństwa pożarowego odpowiednie dla instalacji PV, w tym odległość od świetlików nie mniejsza niż 0,5 m, zwykle łatwiej spełnić. Istotne jest uwzględnienie ciężaru instalacji PV (zarówno samych modułów, jak i konstrukcji wsporczej – stelaża montażowego lub balastu, czyli obciążników gwarantujących stabilność konstrukcji) odpowiedniego dla danej lokalizacji – z jednej strony powinien on być jak najmniejszy, musi jednak zapewniać odporność instalacji na oddziaływanie warunków zewnętrz-

nych. Zapewnienie bezpieczeństwa farmy PV na dachu płaskim wymaga m.in. optymalizacji kąta nachylenia, uwzględniającej wpływ tego kąta zarówno na wydajność, jak i bezpieczeństwo instalacji (np. wobec podmuchów wiatru). Duże centra logistyczno-dystrybucyjne dysponują ogromnymi instalacjami dachowymi lub konstrukcjami naziemnymi. Volkswagen Poznań na swoich terenach we Wrześni na całkowitym obszarze 22 ha wybudował farmę złożoną z ok. 25 tys. paneli PV o pełnej mocy 15,2 MW (w optymalnych warunkach pogodowych fabryka zyskuje pełną samowystarczalność pod względem energii elektrycznej). W tym wypadku farma fotowoltaiczna ciekawie wpisuje się w realizację zobowiązań środowiskowych i działań na rzecz bioróżnorodności – tereny zielone są także schronieniem dla pszczoł z pasieki ustawionej na przylegających do fabryki łąkach. Z kolei rozwiązanie oparte na carporcie parkingowym zastosował np. producent samochodów Bentley Motors w Wielkiej Brytanii. Wiatę parkingową obejmującą 10 000 paneli fotowoltaicznych wykonano nad parkingiem liczącym blisko 380 miejsc parkingowych, o powierzchni 16 tys. m<sup>2</sup>. Dzięki łącznej mocy 2,7 MWp pozwala ona pokryć do 24% zapotrzebowania na energię elektryczną koncernu oraz ograniczyć roczną emisję o 3300 ton CO<sub>2</sub>.

Jednym z ciekawych, przyszłościowych rozwiązań w technologii PV dla budynków przemysłowych są rozwiązania z segmentu BIPV (fotowoltaika zintegrowana z budynkiem). Jeden z wiodących producentów wyrobów stalowych pracuje nad pełną komercjalizacją technologii wielkopowierzchniowego lekkiego dachu solarnego (ciężar rzędu 15 kg/m<sup>2</sup>) – stalowych modułów dachowych o długości do 12 m zintegrowanych z izolacją cieplną i generatorem PV przeznaczonych do pokrycia dachu o nachyleniu ponad 7%. Moduły mają być opracowywane pod zamówienie klienta, a pierwsze projekty przemysłowe mają zostać zrealizowane w belgijskim browarze oraz w dwóch halach przemysłowych w Niemczech.

Na znaczeniu zyskuje także energetyka wiatrowa. W Polsce w skali roku średnia prędkość wiatru wynosi 3,24 m/s [2]. Znaczenie ma tu głównie ukształtowanie terenu i wpływ morza, skutkujące m.in. powstawaniem lokalnych wiatrów. Duże obiekty magazynowe czy produkcyjne są często budowane na terenach znajdujących się poza głównymi ośrodkami zurbanizowanymi – czynnik ten może korzystnie wpłynąć na sprawność budynkowej elektrowni wiatrowej (otoczenie może mieć na nią negatywny wpływ, gdyż sąsiadujące wysokie obiekty zmniejszają prędkość wiatru, a gęsta zabudowa zaburza przepływ powietrza). Turbiny wiatrowe w takich zastosowaniach sprawdzą się na obszarach, gdzie często wieją wiatry o prędkości bliskiej prędkości nominalnej (czyli zwykle 6–10 m/s), przy której urządzenie działa z mocą nominalną, a jej zwiększenie nie powoduje większej produkcji energii.

Z raportu „Potencjał terenów przemysłowych dla rozwoju lądowej energetyki wiatrowej” przygotowanego przez Instytut Energetyki Odnawialnej dla Re-Source Poland Hub wynika, że na terenach przemysłowych w Polsce mogłyby powstać elektrownie wiatrowe o mocy nawet do 20 GW, a „od ręki” – bez problemów związanych z regulacją i dodatkowymi kosztami systemowymi – 17 GW z możliwością przyłączenia do lokalnej sieci energetycznej. W ten sposób przemysł mógłby ograniczyć swój ślad węglowy i spełnić wymagania ESG. Blisko 10% tej wartości obejmuje potencjał już uwzględniający lokalne uwarunkowania – czyli taki, który można wdrożyć do 2030 r. [3].

Jak wskazują eksperci Instytutu Energetyki Odnawialnej, niemal 6600 przedsiębiorstw przemysłowych, wodociągowo-kanalizacyjnych i ciepłowniczych ma dostęp do terenów obejmujących 190 tys. ha, na których można rozważyć lokalizację elektrowni wiatrowych [3]. Czynniki, które wpływać będą na rozwój tego OZE w przemyśle, są liberalizacja prawa (co umożliwiłoby wykorzystanie większych powierzchni pod energetykę wiatrową) oraz rozwój technologiczny, obejmujący m.in. rozwiązania materiałowe turbin wiatrowych i ich podzespołów, odpornych na zanieczyszczenia gazowe i pyłowe obecne w powietrzu w otoczeniu danego zakładu przemysłowego [3].

Energetyka wiatrowa w przemyśle może być traktowana jako alternatywa wobec energii słonecznej (ze względu na profil zużycia energii), jednak szczególnie korzystnym rozwiązaniem może być hybrydowa elektrownia wiatrowo-słoneczna w modelu cable pooling – współdzielenia jednego przyłącza do

sieci przez dwie lub więcej instalacji OZE. Cable pooling umożliwia optymalne wykorzystanie energii ze słońca i wiatru poprzez jedno przyłącze sieciowe – przez większość czasu każdy rodzaj energii pozyskiwany jest w innym momencie (rzadko jednocześnie), w skali zarówno roku, jak i doby, zatem wspólne przyłącze umożliwia efektywne wykorzystanie zasobów sieciowych. Stosowanie tego mechanizmu jest możliwe w Polsce po nowelizacji Prawa energetycznego, obowiązującej od 1 października 2023 r. [4, 5]. Istotnym aspektem jest tu kwestia podłączenia magazynu energii – musi on stanowić część instalacji OZE, a więc być połączony z urządzeniami służącymi do wytwarzania energii elektrycznej. Nawet w modelu cable pooling, gdy produkcja i zużycie energii własnej są zoptymalizowane, magazyn energii jest wciąż wartościowym rozwiązaniem, pozytywnie wpływającym nie tylko na zarządzanie energią, ale też poprawę bezpieczeństwa dostaw w budynku przemysłowym [6].

### Magazynowanie i bezpieczeństwo dostaw energii

Zgodnie z zapisami dyrektywy UE 2019/944 czy Prawa energetycznego magazynowanie energii oznacza odroczenie, w systemie energetycznym, końcowego zużycia energii elektrycznej w stosunku do momentu jej wytworzenia lub przekształcenie jej w inną postać energii, umożliwiającą jej magazynowanie [4, 5]. Od 7 stycznia 2026 r. w Polsce obowiązują nowe przepisy Prawa budowlanego, które po raz pierwszy wprost regulują zasady realizacji inwestycji w magazyny energii elektrycznej. Wprowadzają one m.in. prawną definicję magazynu energii: magazyn energii elektrycznej w rozumieniu art. 3 pkt 10k ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne (Dz.U. z 2024 r. poz. 266, 834, 859, 1847 i 1881 oraz z 2025 r. poz. 303), a także instalacja umożliwiająca magazynowanie energii elektrycznej i wprowadzenie jej do instalacji elektrycznej obiektu budowlanego lub bezpośrednie zasilanie urządzeń budowlanych [7]. Nowa definicja magazynu energii elektrycznej w Prawie budowlanym – wraz z innymi wprowadzonymi przez nowelizację definicjami – zacznie obowiązywać od 20 września 2026 r., porządkując dotychczasowe wątpliwości interpretacyjne, z którymi mierzyli się inwestorzy, projektanci oraz organy administracji.

Jednocześnie ustawodawca wprowadził progi pojemnościowe, różnicując wymagania formalne w zależności od wielkości instalacji i miejsca jej montażu.

Magazyny energii w budynkach i instalacjach technicznych muszą spełnić następujące wymagania formalne:

- do 30 kWh – brak obowiązku zgłoszenia i pozwolenia na budowę,
- 30–300 kWh – wymagane zgłoszenie budowy, dokumentacja techniczna, uzgodnienia przeciwpożarowe oraz projekt wykonany przez osobę z uprawnieniami,
- powyżej 300 kWh – konieczność uzyskania pozwolenia na budowę.

Magazynów energii wolnostojących (poza budynkami) dotyczą następujące wymagania:

- do 30 kWh – brak obowiązków formalnych,
- 30–300 kWh – zgłoszenie budowy, projekt zagospodarowania terenu oraz uzgodnienia przeciwpożarowe,
- 300–2000 kWh – dodatkowo obowiązek zawiadomienia Państwowej Straży Pożarnej o zakończeniu budowy wraz z planem magazynu,
- powyżej 2000 kWh – wymagane pozwolenie na budowę [7].

To zróżnicowanie obowiązków formalnych jest najbardziej kontrowersyjnym elementem nowelizacji, ale w największym stopniu dotyczy inwestorów indywidualnych i mniejszych firm. Rynek magazynów energii dynamicznie się zmienia: ceny magazynów energii spadają, a wraz z tym zwiększa się liczba inwestorów, którzy rozważają magazyn o pojemności powyżej 30 kWh – dotyczy to także małych firm, gdzie już teraz instalacje powyżej 30 kWh są powszechną praktyką. W tej sprawie wypowiedziało się m.in. Polskie Stowarzyszenie Magazynowania Energii (PSME), które aktywnie uczestniczyło w pracach nad nowelizacją na każdym etapie procesu legislacyjnego. PSME pozytywnie ocenia fakt uregulowania magazynów energii w Prawie budowlanym

  
**CITEL**

**AC**



Rozłącznik listowy  
Rozłącznik skrzynkowy  
Wkładka

SL3-3x3/800V KETO-3-3/800V NH3 800V gG


**AC**

WERSJA Z LICZNIKIEM WYŁADOWAN



SPD Typ 1+2+3  
230V AC  
nr art. C64136

**DC**



SPD Typ 2  
1000V DC  
nr art. C480341

**DC**



SPD Typ 1+2  
1500V DC  
nr art. C3956

INSTALACJA PV

GLÓWNY PANEL STEROWANIA

**AC**



SPD Typ 1+2+3, 1000V AC  
nr art. C395701

**DC**



SPD Typ 2  
1500V DC  
nr art. C64147

OCHRONA OBWODÓW BATERYJNYCH DC


ENERGY STORAGE SYSTEM

SYSTEMY KONTROLNE



Wkładka  
SFFD50-1500V

STACJE ŁADOWANIA POJAZDÓW



**AC**



SPD Typ 1+2+3  
230V AC  
C821730244

**AC**



SPD Typ 2  
230V AC  
C821520222

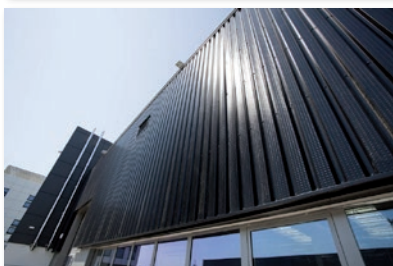


MJ8-CAT6S  
nr art. C560303



DLA-12-IS  
nr art. C640152





**Fot. 4.** Przykładowe instalacje fotowoltaiczne przeznaczone dla zakładów przemysłowych: a) wiatra parkingowa (źródło: Bentley Motors), b) ściana solarna (źródło: WPIP), c) system PV na dachu obiektu magazynowego (źródło: MPL)

i traktuje podpisanie ustawy jako ważny sukces branży. PSME, wskazując na to, że przepisy wciąż nie nadążają za rzeczywistością, będzie więc monitorować praktyczne skutki nowych regulacji i pozostaje gotowe do dalszego dialogu z administracją w celu wypracowania rozwiązań, które realnie wesprą rozwój magazynowania energii w Polsce – jako jednego z kluczowych filarów bezpieczeństwa energetycznego i transformacji systemu elektroenergetycznego [8].

Głównym zadaniem magazynu energii jest zgromadzenie energii elektrycznej wytworzonej w okresie nadwyżki podaży nad popytem lub w okresach niskiej taryfy energetycznej, jej efektywne (z niskimi stratami) przechowanie (jako energii elektrycznej lub, po przekształceniu, energii termalnej) i wykorzystanie w okresach niedoboru energii z OZE lub obowiązywania wysokich taryf energii elektrycznej z sieci. Dzięki magazynom energii przemysł może zmniejszyć zapotrzebowanie na energię z sieci w czasie szczytów taryfowych. Przykładowo na terenie kampusu Grupy Technologicznej ASE magazyn o mocy 48 kW i pojemności 192 kWh, połączony z instalacją fotowoltaiczną i ładowarką samochodową, ładowany jest w godz. 23–7, kiedy zgodnie z taryfą koszt energii elektrycznej jest najniższy. Po godz. 7 rozpoczyna się zarówno pobieranie energii z magazynu, jak i praca instalacji PV, dzięki czemu nie trzeba korzystać z energii sieciowej w przedpołudniowym szczycie taryfowym [9].

Magazyn energii współdziałający z urządzeniami OZE wykonywany jest najczęściej jako magazyn prądu stałego (DC). Współpracuje wówczas z falownikiem umożliwiającym konwersję prądu stałego (DC) wytwarzanego przez urządzenia OZE i przechowywanego przez magazyn na prąd zmienny (AC) zasilający większość urządzeń sieciowych. Falownik poprawia jakość zasilania poprzez kompensację mocy biernej (która jest skutkiem ubocznym pracy np. oświetlenia LED, klimatyzatorów czy napędów i inwerterów, a jej pobór wiąże się z większym kosztem) i wyższych harmonicznych (których obecność ma negatywny wpływ na żywotność odbiorników energii). Dzięki temu oszczędności, szcze-

gólnie w rozbudowanych instalacjach, mogą być jeszcze większe.

Magazyny energii mają także pozytywny wpływ na bezpieczeństwo dostaw energii i stabilność pracy sieci. Na obszarach, na których często występują zaniki napięcia, mogą stanowić awaryjne źródło zasilania (także w wykonaniu off-grid, czyli jako urządzenia niepołączone z siecią). Mogą być także rynkową odpowiedzią na curtailment – nierynkowe ograniczenie produkcji energii elektrycznej z OZE, do którego ustawa Prawo energetyczne [5] upoważnia operatora sieci – już kilkakrotnie zastosowane w Polsce w warunkach znacznej nadprodukcji energii z OZE. Zdarza się to, jeśli jednocześnie występują wysoka produkcja energii z instalacji PV i turbin wiatrowych oraz

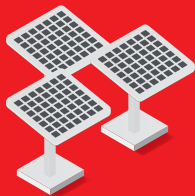


FUSE TECHNOLOGY



# CURRENTLY THE STRONGEST.

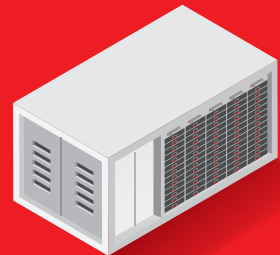
**NEW SIBA ULTRA rapid® 260 kA fuse** for highest DC network performance (PV, EES, battery systems)



Solar panels



Battery Inverter



Energy Storage

małe zapotrzebowanie na moc prosumentów. Alternatywą wobec curtailment, szczególnie przy zastosowaniu w danym obiekcie tylko jednego urządzenia korzystającego z OZE, w przypadku którego popyt nie pokrywa się z podażą, jest pobranie nadwyżki energii przez magazyn sieciowy i jej przechowywanie.

Przemysłowe magazyny energii jako duże obiekty występują zwykle w wykonaniu zewnętrznym – mają one dodatkową obudowę izolującą od podłoża i otoczenia oraz zapewnioną właściwą wentylację. Pojemność magazynu podawana jest dla temperatury wynoszącej 25°C, a spadek temperatury (szczególnie poniżej 0°C) powoduje zwiększenie oporności (rezystancji) ogniw magazynu, co oznacza wolniejsze ładowanie i zmniejszenie pojemności [10]. Jeśli więc urządzenie narażone będzie na pracę w warunkach niskiej temperatury, należy uwzględnić odpowiedni zapas pojemności.

Niezbędna jest jednocześnie właściwa wentylacja, którą może zapewnić odpowiednie wykonanie obudowy. W zakresie zabezpieczeń magazyn powinien być wyposażony w system BMS (system zarządzania ogniwami, ang. Battery Management System) monitorujący m.in. przeładowanie, nadmierne (zbyt głębokie) rozładowanie czy przegrzanie, filtry chroniące przed zanieczyszczeniem, oraz stabilną, solidną konstrukcją obudowy, zapewniającą nie tylko optymalne warunki termiczne, ale też odporność na uszkodzenia mechaniczne oraz zabezpieczenie przeciwpożarowe.

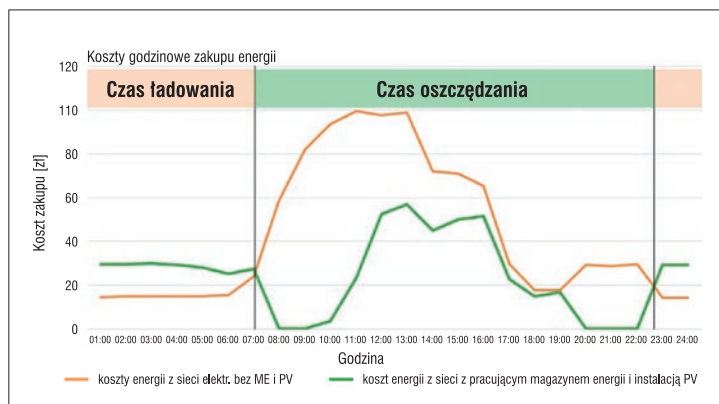
Choć pożary magazynów energii zdarzają się niezwykle rzadko (prawidłowo wykonany i eksploatowany magazyn energii elektrycznej jest urządzeniem całkowicie bezpiecznym), odbijają się szerokim echem np. w mediach, choćby ze względu na spektakularny efekt błędów konstrukcyjnych, instalacyjnych, montażowych lub eksploatacyjnych, czyli tzw. ucieczkę termiczną. Dynamiczny wzrost temperatury wewnątrz ogniw w wyniku reakcji łańcuchowej, nawet do 700°C, może powodować gwałtowne skutki – zapłon lub wybuch – a próba gaszenia ich wodą prowadzi do dalszych lawinowo przebiegających reakcji. Dlatego ważne jest zabezpieczenie magazynu skutecznym urządzeniem ppoż., wyposażonym w odpowiedni środek gaśniczy.

Magazyny energii są najbardziej efektywne, jeśli stanowią część przemyślanego systemu. Budynkowe magazyny energii elektrycznej coraz częściej oferowane są jako dopełnienie oferty firm dostarczających rozwiązania do wytwarzania energii z OZE (systemy PV, pompy ciepła, turbiny wiatrowe) oraz bazujących na takiej energii (urządzenia instalacyjne zasilane energią elektryczną, np. systemy wentylacji z odzyskiem ciepła). Pozwala to uzyskać jedną, kompleksową ofertę dla zrównoważonego budynku. Takie podejście umożliwi m.in. mądre programowanie priorytetów magazynu.

Z kolei w dużych rozwiązaniach komercyjnych czy przemysłowych szczególnego znaczenia nabiera zarządzanie układem energetycznym (obejmującym m.in. układy PV, turbiny wiatrowe, magazyny energii, pompy ciepła, agregaty kogeneracyjne i prądotwórcze) za pomocą dobrze dobranego systemu automatyki, sterowania i zarządzania. Pozwala to uzyskać taką konfigurację układu, która pozwoli w jak największym stopniu wykorzystać zmagazynowaną energię (np. przekształcając ją w chłód lub ciepło) i kupować energię z sieci tylko wtedy, gdy jest ona najtańsza, zapewnia także bezpieczeństwo energetyczne. Odpowiednio skonfigurowany układ jest przygotowany na blackout, zapewnia również samoregulację – magazyny nie są nigdy rozładowane do niebezpiecznego poziomu, a przez większość czasu poziom ich naładowania jest optymalny zarówno dla efektywnej pracy, jak i żywotności.



**Fot. 5.** Dachowe turbiny wiatrowe dla budynku magazynowo-logistycznego (rozwiązanie amerykańskie) Źródło: Aeromine

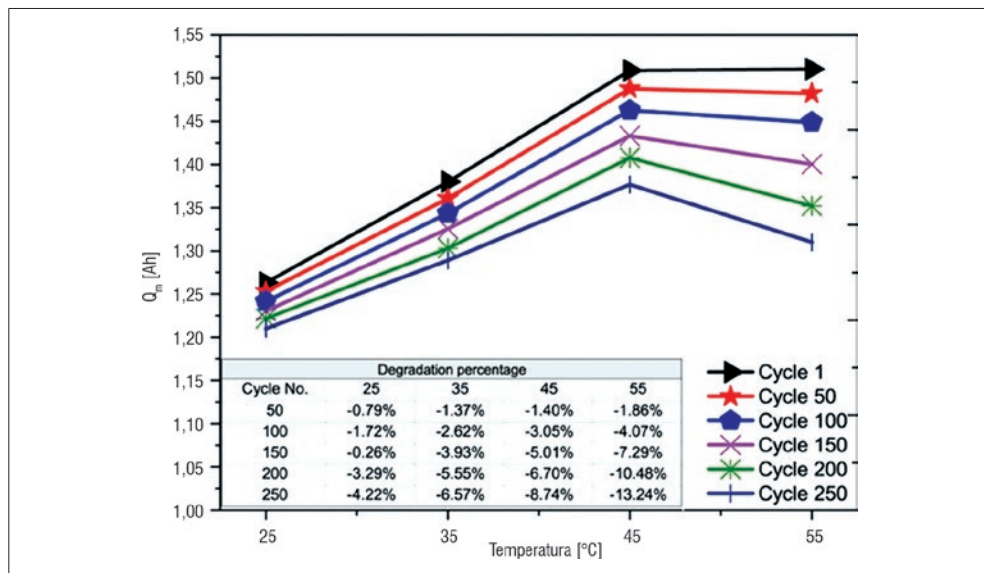


**Rys. 1.** Oszczędności uzyskane w obiekcie przemysłowym dzięki zastosowaniu magazynu energii [9]

Elementem autonomii energetycznej jest również bezpieczeństwo oraz gwarancja dostaw energii. O ile magazyn energii elektrycznej może w określonych warunkach stanowić rezerwę energetyczną, nie jest to jego główna rola i nie należy na jego rzecz rezygnować z rozwiązań specjalistycznych, takich jak bezprzewodowe zasilacze awaryjne

UPS (ang. uninterruptible power supply). Choć zakładów przemysłowych zwykle nie dotyczy prawny obowiązek wyposażenia w zespoły prądotwórcze (Warunki Techniczne wymagają tego w przypadku budynku wysokościowego) [11], w wielu przypadkach decydują się one też na dodatkowe źródło energii w postaci zespołu prądotwórczego – prądnicy lub generatorów z silnikiem wysokoprężnym lub turbiną gazową przejmujących obciążenie na czas od kilku godzin nawet do kilku dni, zależnie od wielkości mocy znamionowej. Prądnice lub generatory z silnikiem wysokoprężnym lub turbiną gazową albo moduły kogeneracyjne do jednoczesnej produkcji prądu (silnik zasilany gazem do napędu generatora) i ciepła (energia odzyskiwana z chłodzenia silnika i układów spalinowych) stosowane są w coraz większej liczbie obiektów nie tylko ze względu na bezpieczeństwo energetyczne, ale też optymalne wykorzystanie taryf elektrycznych. W zasilaniu instalacji przemysłowych znaczną rolę odgrywać mają w przyszłości układy zasilane zielonym wodorem (wytwarzanym w procesie elektrolizy wody).

Zgodnie z rozporządzeniem – Warunki Techniczne [11] budynek, w którym zanik napięcia w elektroenergetycznej sieci zasilającej może spowodować zagrożenie życia lub zdrowia ludzi, poważne zagrożenie środowiska, a także znaczne straty materialne, należy zasilac co najmniej z dwóch niezależnych, samoczynnie załączających się źródeł energii elektrycznej oraz wyposażać w samoczynnie załączające się oświetlenie awaryjne (zapasowe lub ewakuacyjne). W przemyśle konieczne jest utrzymanie ciągłości zasilania w energię elektryczną o odpowiedniej jakości i odpowiedni stopień autonomii energetycznej. Nagłe przerwy w dostawie prądu, spadki napięcia lub przepięcia mogą prowadzić do uszkodzeń urządzeń, utraty danych czy wręcz całkowitego zatrzymania linii produkcyjnej. Znaczenie każdego z tych aspektów zależy w dużej mierze od specyfiki danego zakładu – przykładowo w zakładach, gdzie konieczne jest chłodzenie urządzeń produkcyjnych, zanik zasilania powoduje nie tylko przestoje, ale też przegrzanie pracujących urządzeń, a co za tym idzie – ryzyko ich poważnego uszkodzenia, a nawet zagrożenie bezpieczeństwa pracowników. W wielu lokalizacjach, szczególnie podmiejskim, problemem mogą być nie tylko przerwy w dostawie energii, ale też zakłócenia w jej dostawie, spowodowane np. przez oddziaływanie na jakość parametrów sieciowych (skoki i spadki napięcia) sąsiadujących dużych zakładów przemysłowych. Na wahania napięcia wrażliwy jest szczególnie urządzenia elektroniczne i maszyny precyzyjne – mogą one skutkować zakłóceniami w pracy urządzeń, a nawet ich awariami, co również negatywnie wpływa na efektywność kosztową zakładu. Zaniki napięcia są groźne także dla zakładów silnie polegających na danych operacyjnych i produkcyjnych (np. ustawienia maszyn) – nagłe wyłączenie macierzy dyskowych czy serwerów powoduje utratę danych, których przywró-



Rys. 2. Wpływ temperatury otoczenia na pojemność magazynu energii [10]

cenie oznacza nakłady kosztowe i czasowe. Zależnie od charakteru pracy zakładu, znaczenie dla jego płynności mogą mieć także pozornie niewielkie przestoje.

## UPS – podtrzymanie pracy urządzeń i jakość energii

Zabezpieczenie przed przerwami w dostawie energii elektrycznej, ale także zanikami i wahaniami napięcia w sieci zapewniają bezprzewodowe zasilacze UPS (ang. uninterruptible power supply), które są wykorzystywane do podtrzymania pracy i ochrony urządzeń w przypadku zaniku podstawowego zasilania lub pojawienia się zakłóceń w sieci.

W zakładach przemysłowych, gdzie negatywny wpływ na funkcjonowanie maszyn i urządzeń (a tym samym stabilność całego zakładu) mogą mieć nie tylko (choćby krótkotrwałe) przerwy w zasilaniu, ale też wahania napięcia, zaleca się stosowanie zasilaczy UPS w topologii online (podwójnej konwersji). Oznacza to, że sieciowy prąd przemienny (AC) jest cały czas przekształcany na prąd stały (DC) przez prostownik, a następnie przez falownik z powrotem na prąd przemienny do zasilania podłączonych urządzeń i maszyn. Dzięki temu w przypadku zaniku zasilania następuje natychmiastowe przełączenie na zasilanie z akumulatora UPS, dzięki czemu nie występują nawet najmniejsze przerwy w zasilaniu. Topologia online zapewnia najszerszą ochronę przed wszelkimi zakłóceniami zasilania (nie tylko przerwami w dostawie, ale też szkodliwymi wahaniami napięcia) – dzięki temu parametry napięcia i częstotliwości z UPS mają pożądaną charakterystykę, niezależnie od zakłóceń w sieci zasilającej. Taka wersja UPS jest droższa, bardziej skomplikowana i bardziej energochłonna niż inne topologie, jednak zapewnia najwyższy poziom bezpieczeństwa i związane z nią wyższe koszty są kompensowane przez płynność pracy zakładu i trwałość maszyn i urządzeń.

W tych zakładach przemysłowych, w których nagłe zatrzymanie pracy maszyn jest szczególnie dotkliwie dla stabilności pracy, stosowane maszyny są wrażliwe na jakość zasilania (np. skoki na napięcia), a dodatkowo awaria zasilania powoduje ryzyko utraty ważnych danych, wartościowym rozwiązaniem są także zasilacze UPS pracujące w trybie hybrydowym (wydłużona praca w trybie rezerwowym dzięki dostarczaniu energii do falownika jednocześnie z akumulatorów oraz z sieci w przy-

padku szczególnie złych parametrów napięcia), współpracujące także z zespołami prądotwórczymi. Zsynchronizowana praca tych dwóch urządzeń oznacza nie tylko długi czas zasilania awaryjnego, ale też wysoką jakość dostarczanego napięcia. Kiedy następuje przetężenie na agregat, układ prostownika UPS ogranicza prąd wejściowy, co pozwala uniknąć przeciążenia agregatu. Przy doborze mocy zasilacza UPS do pracy w takim układzie istotne jest uwzględnienie prądów rozruchowych oraz odkształconych – UPS o zbyt małej mocy, który ma awaryjne zasilać przemysłowe silniki elektryczne lub odbiorniki nieliniowe, przy wzroście obciążenia automatycznie przejdzie na by-pass zewnętrzny. Należy również zwrócić uwagę na znamionowy współczynnik szczytu (we współczesnych urządzeniach zwykle wynosi on 3 : 1), który określa, o ile może zostać przekroczona chwilowa wartość szczytowa prądu w stosunku do rzeczywistej wartości skutecznej tego prądu. Przekroczenie wartości znamionowego współczynnika szczytu skutkuje zakłóceniami pracy zasilacza, a nawet jego wyłączeniem [12, 13].

Ważnymi cechami UPS-ów przemysłowych powinny być także wysoki prąd zwarcia (szczególnie przy nagromadzeniu urządzeń o łącznej wysokiej mocy), możliwość współpracy z falownikami hybrydowymi (a tym samym urządzeniami OZE i magazynami energii) oraz funkcją kompensacji mocy biernej (podłączonych urządzeń, a także mocy biernej własnej). Kompensacja mocy biernej poprawia efektywność energetyczną zakładu i pozytywnie wpływa na żywotność maszyn i urządzeń, natomiast współpraca z instalacjami OZE zwiększa elastyczność systemu zasilania oraz pozwala lepiej wykorzystać dostępne zasoby energii. UPS-y mogą być też wyposażone w odpowiednie algorytmy, np. zarządzania chłodzeniem czy akumulatorami – takie podejście pozwala na minimalizację strat mocy oraz wydłużenie żywotności akumulatorów czy optymalizacji czasu i energii ich doładowania.

### Literatura

1. *Zielone rozwiązania w polskim przemyśle. Industry goes green*, Cushman&Wakefield, 2020
2. Dygulska Anna, Perlańska Elwira, *Mapa wietrzności Polski, Projekt Czysta Energia*, Słupsk 2015
3. *Potencjał terenów przemysłowych dla rozwoju lądowej energetyki wiatrowej*, [https://resourcepoland.pl/wp-content/uploads/2024/04/Potencja%C5%82-teren%C3%B3w\\_psew-RAPORT.pdf](https://resourcepoland.pl/wp-content/uploads/2024/04/Potencja%C5%82-teren%C3%B3w_psew-RAPORT.pdf) (dostęp: 10.02.2026)
4. Ustawa z dnia 17 sierpnia 2023 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2023, poz. 1762)
5. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne (t.j. Dz.U. 2024, poz. 266 ze zm.)
6. KPMG, *Cable pooling – podsumowanie na pierwsze półrocze obowiązywania nowych przepisów*, <https://kpmg.com/pl/pl/home/insights/2024/04/legal-alert-cable-pooling-podsumowanie-na-pierwsze-polrocze-obowiazywania-nowych-przepisow.html> (dostęp: 10.02.2026)
7. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (tj. Dz.U. 2025, poz. 418 ze zm.)
8. Roszkowska Agnieszka, *Obowiązują nowe przepisy Prawa budowlanego dotyczące magazynów energii*, „elektro.info” 2026, nr 1–2
9. Przemysł Polski, *Przemysłowy magazyn energii w praktyce czyli jak zredukować koszt zakupu energii elektrycznej*, <https://polskiprzemysl.com.pl/przemysl-energetyczny/przemyslowy-magazyn-energii> (dostęp: 10.02.2026)
10. Leng Feng, Ming Tan Cher, Pecht Michael, *Effect of Temperature on the Aging rate of Li Ion Battery Operating above Room Temperature*, „Scientific Reports” 2015, 5, 12967
11. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2022, poz. 1225)
12. Kuczyński Karol, *Zasilanie gwarantowane w czasie niedoborów energii*, „Rynek Instalacyjny” 2023, nr 12, s. 42–46
13. Kuczyński Karol, *Zastosowanie zasilaczy UPS i zespołów prądotwórczych w centrach przetwarzania danych – analiza niezawodności*, „elektro.info” 2020, nr 5, s. 30–36
14. Materiały techniczne firm: Accelor Mittal, Agregaty Polska, Bentley, Apator, Carrier, Corab, Elektrobud, Ever, Sumera, Weidmüller

## POWERLINE GREEN 33 PRO w instalacjach przemysłowych – trójfazowa ochrona procesu przed zaburzeniami w sieciach elektroenergetycznych

W zakładach przemysłowych przestoje produkcji coraz rzadziej są skutkiem całkowitego zaniku zasilania. Znacznie częściej źródłem problemów są krótkotrwałe wahania wartości napięcia (wzrosty lub zapady), przebiecia (krótkotrwałe impulsy wysokonapięciowe), wahania częstotliwości napięcia oraz odkształcenia przebiegu napięcia (wyższe harmoniczne). Wraz z rozwojem osprzętu elektrycznego, elektronicznego i informatycznego wzrasta niebezpieczeństwo powstawania i oddziaływania tego typu zaburzeń. Typ oraz charakter powstających i oddziałujących zaburzeń zależy od wykorzystywanych urządzeń. Układy, w których zachodzą częste stany łączeniowe elementów biernych (cewek i kondensatorów), mogą mieć tendencję do generowania przebiegów (powstających w stanach przejściowych) szczególnie groźnych dla pracy podzespołów elektronicznych (półprzewodnikowych). Występujące w układach elementy o silnych nieliniowościach sprzyjają powstawaniu odkształceń sygnałów napięciowych i prądowych (generowaniu wyższych harmonicznych). Odkształcenia przebiegu napięciowego niekorzystnie wpływają na pracę urządzeń. Mogą powodować powstawanie dodatkowych strat mocy, przegrzewanie się podzespołów i przewodów neutralnych oraz przedwczesne starzenie się urządzeń.



Z tego powodu zasilacz UPS w obiektach produkcyjnych przestaje być rozwiązaniem „na wszelki wypadek”. Coraz częściej stanowi element infrastruktury krytycznej, projektowany na równi z rozdzielnicą główną, systemem SZR czy agregatem prądotwórczym. Jego zadaniem nie jest wyłącznie podtrzymanie pracy podczas blackoutu, lecz zapewnienie ciągłości i stabilności parametrów zasilania dla odbiorników wrażliwych.

Do tego typu ochrony najlepiej sprawdzi się trójfazowa seria POWERLINE GREEN 33 PRO firmy EVER Sp. z o.o. w topologii on-line (VFI, Voltage and Frequency Independent). Napięcie sieciowe doprowadzone na wejście UPS zostaje wyprostowane w układzie prostowniczym, a następnie poprzez magistralę stałonapięciową przekazane do falownika, gdzie przetwarzane jest na napięcie przemiennie o wysokiej jakości

parametrach, którym podczas normalnej pracy zasilane są zabezpieczone odbiorniki, jednocześnie doładowywane są baterie. Zmiana trybu pracy z sieciowego na bateryjny i odwrotnie odbywa się całkowicie bezprzerwowo. W przypadku przeciążenia lub uszkodzenia elementów wewnętrznych bloków UPS-a statyczny bypass automatycznie łączy odbiornik z siecią zasilającą poprzez układ obejściowy. Zasilacze tego typu stosowane są do zasilania najbardziej wymagających pod względem jakości energii odbiorników. Zaburzenia nie są przenoszone na chronione obwody. Dla automatyki przemysłowej oznacza to ograniczenie liczby restartów urządzeń i większą przewidywalność procesu technologicznego.

Zastosowanie zasilacza UPS z prostownikiem o niskim THDi zapewnia sinusoidalny pobór prądu z sieci zasilającej, niezależnie od charakteru obciążenia po stronie wyjściowej. Dzięki temu wyższe harmoniczne generowane przez odbiorniki nieliniowe nie obciążają infrastruktury zakładowej i nie powodują dodatkowych strat w transformatorach ani instalacji zasilającej.

W środowisku przemysłowym (i nie tylko) pożądanym parametrem zasilaczy UPS jest również wysoki współczynnik CF, umożliwiający uzyskanie korzystnej selektywności zabezpieczeń na liniach zasilania. Na wyjściu zasilacza UPS odbiorniki mogą być pogrupowane w kilka linii, w których stosowane są dodatkowo zabezpieczenia liniowe (zwarciove i przeciążeniowe). Jeśli wystąpi zwarcie (stan awaryjny) w odbiorniku jednej z zasilanych linii, wówczas w przypadku niskiego prądu zwarcia zasilacza UPS może on przejść w stan awaryjny i odłączyć zasilanie od wszystkich linii. W takiej sytuacji wszystkie odbiorniki nagle, niekontrolowanie przestająby pracować. Zasilacze UPS EVER POWERLINE GREEN 33 PRO mają duży prąd zwarcia. W chwili wystąpienia zwarcia w jednej z linii duży prąd zasilacza powoduje zadziałanie bezpiecznika liniowego (w torze, w którym wystąpiło zwarcie) i odłączenie tylko tej części obwodu, odbiorniki w pozostałych liniach zasilane są nieprzerwanie przez UPS.

W praktyce rozwiązania tej klasy zapewniają ciągłość zasilania w nowoczesnej automatyce przemysłowej (sterowniki PLC, serwery przemysłowe, systemy SCADA), a także zabezpieczają całe linie produkcyjne oraz obrabiarki CNC. To kluczowe tam, gdzie przerwanie procesu może skutkować uszkodzeniem narzędzia lub detalu, stratami materiałowymi i kosztownym przestojem. Z punktu widzenia eksploatacji kluczowe znaczenie ma monitoring parametrów pracy oraz szybki serwis. W warunkach produkcyjnych skrócenie czasu reakcji serwisowej bezpośrednio przekłada się na ograniczenie strat wynikających z przestojów.

POWERLINE GREEN 33 PRO stabilizuje parametry energii dostarczanej do odbiorników, ogranicza wpływ zakłóceń sieciowych i zwiększa odporność infrastruktury na przerwy zasilania. W praktyce przekłada się to na mniejszą liczbę nieplanowanych zatrzymań, łatwiejsze planowanie utrzymania ruchu oraz wyższy poziom bezpieczeństwa procesu technologicznego. W realiach przemysłu to właśnie przewidywalność pracy systemu zasilania decyduje o ciągłości produkcji. Zwrócić należy uwagę na fakt, że koszty związane z przestojem zakładu w wyniku braku zasilania czy straty w materiałach nienadających się do wykorzystania (przerwanie procesu produkcyjnego) są niejednokrotnie o wiele większe niż rozsądna inwestycja w skuteczne zabezpieczenie. Należy zatem przeliczyć potencjalne straty wynikające z nieplanowanych przestojów (związane z uruchamianiem długotrwałych, skomplikowanych i uciążliwych procedur rozruchowych – startowanie systemu, albo w których nawet krótkotrwałe przestoje w pracy pociągają za sobą znaczne straty ekonomiczne) i porównać je z kosztem inwestycji poniesionym przy zakupie zasilacza UPS.



**EVER Sp. z o.o.**  
60-003 Poznań, ul. Wołczyńska 19  
tel. +48 61 6500 400  
ups@ever.eu, www.ever.eu



**ICZ-E****NOWOCZESNE  
ROZWIĄZANIE  
DO HAL PRZEMYSŁOWYCH**

## Przemysłowa stacja transformatorowa do posadowienia na hali

W dzisiejszych czasach przedsiębiorcy muszą bardzo skrupulatnie i odpowiedzialnie podchodzić do zarządzania swoimi zakładami pracy – ich codzienne sprawne funkcjonowanie to klucz do odniesienia sukcesu. Dotyczy to szczególnie zakładów, w przypadku których nawet mała awaria zasilania, spowodowana na przykład wylądowaniami atmosferycznymi, może spowodować skutki, które odbiją się negatywnie na przedsiębiorstwie.

Aby zapobiec takim sytuacjom, firma Elektrobud PSA przygotowała nowoczesne rozwiązanie w postaci wewnętrznej stacji transformatorowej ICZ-E, która zapewni energooszczędny przepływ energii w zakładzie pracy.

U podstaw zaprojektowania przemysłowej, wewnętrznej stacji transformatorowej ICZ-E leżała idea, aby stworzyć stację, którą można umieścić wewnątrz budynku, jak najbliżej urządzeń elektrycznych. Takie rozwiązanie pozwala do minimum ograniczyć straty energii generowane przez tradycyjne stacje transformatorowe – słupowe i kontenerowe.

Ale nie jest to jedyna zaleta wewnętrznej stacji transformatorowej ICZ-E, produkowanej przez polską firmę Elektrobud PSA. Została ona opracowana specjalnie do zastosowania w halach produkcyjnych i innych pomieszczeniach zamkniętych, bo nie tylko zmniejsza straty energii, ale ma też kompaktowe, niewielkie wymiary i łatwo ją dostosować do potrzeb konkretnego przedsiębiorstwa.

### OGRANICZENIE STRAT ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Wnętrkowa stacja transformatorowa ICZ-E jest produkowana w typoszeregu 100, 250, 400, 630, 800, a nawet 3150 kVA. Jest urządzeniem kompaktowym, mogącym zawierać w sobie cztery zintegrowane elementy tworzące jedną całość:

- rozdzielnicę średniego napięcia,
- transformator żywiczyzny zgodny z normą Eco Design EU 548/2014,
- rozdzielnicę niskiego napięcia,
- baterię kondensatorów.

Tradycyjna instalacja stacji transformatorowej polega na umiejscowieniu jej w granicy działki i podłączeniu kablami średniego napięcia do sieci energetycznej, skąd następnie kablami niskiego napięcia prąd dostarczany jest do końcowego odbiorcy. Mało kto jednak zastanawia się nad efektywnością energetyczną i opłacalnością tego typu przyłącza, dlatego spróbujmy to przeanalizować. Załóżmy, że stacja transformatorowa o mocy 500 kW znajduje się w odległości 100 m od budynku, do którego mamy doprowadzić energię elektryczną. Koszt podłączenia kabli niskiego napięcia (obejmujący cenę zakupu kabli o przekroju kilkuset mm<sup>2</sup> oraz ich ułożenia) to 373 556,00 zł. Gdy zakład pracuje 24 godziny na dobę przez siedem dni w tygodniu, to na takim odcinku generujemy straty zużycia energii elektrycznej w wysokości 7 647,72 zł miesięcznie, a 91 772,59 zł rocznie, co daje aż 917 725,88 zł strat w ciągu 10 lat!

Wnętrkowa stacja transformatorowa ICZ-E wymaga znacznie mniejszej ilości kabli nn, jak również skróconej ich długości, co ma duże przełożenie na oszczędności energii. Dzięki nowoczesnej, innowacyjnej stacji transformatorowej ICZ-E SN/nn można do minimum ograniczyć straty w przesyłce energii elektrycznej. Jednym ze sposobów ich obniżenia jest zredukowanie do mini-

Zastosowanie nowoczesnego zasilania zakładu produkcyjnego poprzez stację transformatorową ICZ-E daje wymierne korzyści w postaci:

- obniżenia kosztów budowy sieci elektroenergetycznej doprowadzającej energię elektryczną do maszyn poprzez zmniejszenie długości, ilości i przekrojów kabli niskiego napięcia,
- obniżenia comiesięcznych kosztów eksploatacyjnych dzięki ograniczeniu do minimum strat ciepłych w przesyłce energii elektrycznej poprzez zmniejszenie długości kabli zasilających.

W przypadku dużej odległości pomiędzy stacją transformatorową a zakładem produkcyjnym, poprzez umieszczenie stacji transformatorowej wewnątrz hali produkcyjnej, tak aby znajdowała się jak najbliżej maszyn i urządzeń elektrycznych. Jednak nie wszystkie stacje transformatorowe mogą być przeniesione do wnętrza budynków – tylko stacje wewnętrzne mogą znajdować się w hali produkcyjnej. Funkcję taką spełniają właśnie specjalistyczne stacje transformatorowe ICZ-E. Zastosowanie ICZ-E eliminuje konieczność zakupu drogich kabli niskiego napięcia, które zastępujemy tańszymi kablami średniego napięcia.

Różnica w zmniejszeniu strat w przesyłce energii elektrycznej, jaką uzyskuje się przy wykorzystaniu wewnętrznej stacji transformatorowej ICZ-E w porównaniu do standardowej stacji transformatorowej, jest diametralna. Dzięki zastosowaniu unikalnych rozwiązań, wewnętrzna, kompaktowa stacja transformatorowa ICZ-E generuje o wiele niższe straty ciepła niż tradycyjne stacje transformatorowe (zarówno kontenerowe, jak i słupowe). Przedsiębiorca stosujący stację transformatorową ICZ-E do zasilania swojego zakładu zużywa o ok. 20% mniej energii elektrycznej w stosunku do rozwiązania tradycyjnego.

## DODATKOWE MOŻLIWOŚCI

Zgodnie z kwalifikacją odporności pożarowej według § 212, ustęp 4 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, wewnętrzną stację transformatorową ICZ-E kwalifikuje się do klasy odporności pożarowej E. Dla wewnętrznej stacji transformatorowej ICZ-E nie trzeba wyznaczać strefy pożarowej, stacja może być zlokalizowana w dowolnym miejscu w obiekcie. Zgodnie z wymaganiami Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. § 323 ust. 2 pkt 2 i § 327 ust. 2, poziom hałasu i drgań nie stanowi zagrożenia dla osób przebywających w sąsiedztwie wewnętrznej stacji transformatorowej ICZ-E. Stacja transformatorowa ICZ-E ma przygotowane miejsca do przyłączenia zewnętrznych kanałów wentylacji wymuszonej (nawiewnej/wywiewnej). Przewidziano możliwość zabudowy układu SZR w stacji transformatorowej ICZ-E dla potrzeb zasilania rezerwowego oraz przyłączenia zespołu prądowców



czego. Opcjonalnie można wbudować zdalny monitoring z wizualizacją pracy stacji transformatorowej tj. poboru mocy, zdalnego otwarcia/zamknięcia wyłącznika głównego, wyłączenie napięcia, czy „zrzutu mocy”. Obudowa stacji transformatorowej ICZ-E jest wykonana w stopniu ochrony obudowy (kodzie IP) od IP41 do IP54. Metalowa obudowa stacji transformatorowej ICZ-E stanowi także ekran dla promieniowania elektromagnetycznego.

## WENTYLACJA I CHŁODZENIE STACJI ICZ-E

Producenci betonowych stacji transformatorowych stosują różne rozwiązania do chłodzenia transformatorów żywicowych: w drzwiach komory transformatorowej umieszczają wentylator nawiewowy, a na dachu nad transformatorem – wentylator wyciągowy. Natomiast transformator żywicowy jest ustawiony prostopadle do drzwi. Wentylator w drzwiach nadmuchuje powietrze na pierwszą kolumnę transformatora, co powoduje, że strumień powietrza właściwie omija drugą i trzecią kolumnę. Wentylator wyciągowy umieszczony na dachu betonowej stacji transformatorowej wyciąga powietrze tam, gdzie napotyka najmniejsze opory przepływu. Następuje wyciąg powietrza wtłoczonego przez wentylator drzwiowy oraz powietrza z krętek wentylacyjnych w ścianach stacji. Nie następuje jednak wyciąg powietrza z kanałów chłodzących zabudowanych w uzwojeniach transformatora. Taki sposób chłodzenia prowadzi do nierównomiernego nagrzewania uzwojeń transformatora, co skutkuje ich przegrzewaniem i może spowodować uszkodzenie. Dodatkowo umieszczenie w bliskiej odległości krętek wentylacyjnych i wentylatora wyciągowego na dachu nie zapewnia wystarczającego przepływu powietrza w celu schłodzenia transformatora. Jedynie firma Elektrobud ze Wschowy opatentowała skuteczny sposób chłodzenia transformatorów żywicowych oraz stacje transformatorowe ICZ-E.

## ELEKTROBUD P.S.A.

ul. Nowopolna 10  
67-400 Wschowa

tel. 65 547 66 00  
faks 65 547 66 09

wschowa@elektrobud.pl  
www.elektrobud.pl

www.stacjetransformatorowe.pl

## Wykonanie i konserwacja rozdzielnic do zastosowań przemysłowych – wyzwania

---

**Rozdzielnica w zakładzie przemysłowym odpowiada za rozdział energii, selektywność zabezpieczeń, ochronę przeciwporażeniową oraz stabilność pracy odbiorników. W warunkach wysokich mocy przyłączeniowych, dużych prądów zwarciovych i obecności napędów energoelektronicznych jej parametry konstrukcyjne oraz jakość wykonania mają bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo ludzi i eksploatacji, na ciągłość procesów technologicznych, odporność instalacji na przeciążenia i zwarcia oraz spełnienie wymagań środowiskowych.**

W praktyce ewentualna awaria rozdzielnic oznacza nie tylko uszkodzenie urządzenia, lecz również przestój produkcji, ryzyko pożaru, a nawet zagrożenie dla personelu. Dlatego rozdzielnica stanowi wyrób podlegający odrębnym wymaganiom prawnym i technicznym. Odpowiedzialność za jej zgodność spoczywa na producencie finalnym, czyli podmiocie kompletującym i wprowadzającym ją do obrotu lub przekazującym do użytkownika.

### Rozdzielnice niskiego napięcia – wymagania prawne i techniczne

Rozdzielnice niskiego napięcia podlegają wymaganiom dyrektywy 2014/35/UE (LVD – niskonapięciowa) [1], dyrektywy 2014/30/UE (EMC – kompatybilności elektromagnetycznej) [2] oraz dyrektywy 2011/65/UE (RoHS) wraz z jej aktualizacjami RoHS II i RoHS III [3, 4]. Rozdzielnice montowane w strefach zagrożenia wybuchem podlegają zapisom dyrektywy ATEX [5]. Zależnie od typu zabezpieczeń ppoż w wykonaniu ATEX proponuje się tylko obudowę – typ Ex d (chroni przed zapłonem otaczającą atmosferę) albo zarówno obudowę, jak i komponenty elektryczne – typ Ex e. Typ Ex d z maszyną, ciężką obudową chroni przed zapłonem otaczającą atmosferę (pod warunkiem prawidłowej konserwacji zapewniającej utrzymanie obudowy w dobrym stanie), ale nie zabezpiecza samych komponentów przed pożarem. W urządzeniach z ochroną typu Ex e koszt komponentów jest wyraźnie wyższy, jednak wówczas obudowa może być tańsza, a całość jest w wyższym stopniu chroniona przed wybuchem.

Podstawą techniczną projektowania i weryfikacji rozdzielnic są normy serii PN-EN 61439 [6], które definiują wymagania dotyczące konstrukcji, badań i kontroli rozdzielnic. Normy te wprowadziły niedawno obowiązek przeprowadzenia weryfikacji projektowej oraz weryfikacji wyrobu, co wynikało z założeń podniesienia poziomu bezpieczeństwa obsługi i eksploatacji rozdzielnic w odniesieniu do danego zastosowania (miejsca i warunków pracy). Weryfikacja projektowa obejmuje m.in. sprawdzenie wytrzymałości mechanicznej, stopnia ochrony IP, odstępów izolacyjnych, wytrzymałości zwarciovych oraz przyrostów temperatury. Weryfikacja wyrobu dotyczy **każdego egzemplarza** i obejmuje kontrolę połączeń, sprawdzenie ciągłości torów ochronnych, badania izolacji oraz próby funkcjonalne.

Tak się teraz łączy

# NOWA ZŁĄCZKA W RODZINIE 221

10-PRZEWODOWE ZŁĄCZKI INSTALACYJNE  
Z DŹWIGNIAMI Z SERII 221



**NOWOŚĆ**

Dzięki nowej 10-przewodowej złączce instalacyjnej z dźwigniami z serii 221 można intuicyjnie i bez użycia narzędzi połączyć ze sobą do dziesięciu przewodów na tym samym potencjale. Poza tym nowe złączki mają identyczne parametry techniczne i spełniają wymogi tych samych norm, co standardowe 2-, 3- i 5-przewodowe złączki tej serii.

**WAGO**



Więcej na [www.wago.pl](http://www.wago.pl)

W punkcie 7 normy „Warunki pracy” określono wytyczne związane z miejscem zastosowania – nie tylko parametry standardowe (temperatura otoczenia, wilgotność, stopień zanieczyszczenia powietrza), ale też warunki specjalne, które powinien określić użytkownik obiektu i poinformować o nich wykonawcę. Jako przykłady takich warunków norma wskazuje: krytyczne wartości temperatury, zagrożenie kurzem lub cząstkami mogącymi powodować korozję, źródła promieniowania elektromagnetycznego oraz promieniowania UV [6]. Wszystkie te warunki mogą wystąpić w przemyśle.

Szczególnie znaczenie ma uwzględnienie wysokich prądów zwarciowych, zapewnienie selektywności zabezpieczeń oraz kontrola nagrzewania torów prądowych. Problemem mogą być wysokie prądy zwarciowe, występujące ze względu na dużą moc zasilania układów przemysłowych (w głównych rozdzielnicach nn często projektuje się układy, które wytrzymują zwarcia 50 kA, 65 kA, a nawet powyżej 80 kA) i mogące skutkować pożarem spowodowanym przez wysoką temperaturę czy powstaniem łuku elektrycznego, który może doprowadzić do zniszczenia rozdzielnic. Aparaty w rozdzielnicach przemysłowych muszą zatem cechować się odpowiednią zdolnością wyłączania i wytrzymałością zwarciową. Niedoszacowanie tych parametrów skutkuje przyspieszoną degradacją izolacji, wyzwaniem zabezpieczeń lub uszkodzeniem całej sekcji zasilania.

### Błędy wykonawcze i ich konsekwencje

W praktyce przy montażu rozdzielnic powtarzają się błędy wynikające z presji kosztowej lub braku weryfikacji projektowej. Jednym z nich jest stosowanie obudów o zbyt małych wymiarach, co prowadzi do nadmiernego zagęszczenia przewodów i ograniczenia warunków chłodzenia. Skutkiem są przekroczenia dopuszczalnych przyrostów temperatury i obniżenie trwałości elementów.

Często spotykane są nieprawidłowe węzły rozdziału, polegające na umieszczeniu kilku żył pod jednym zaciskiem bez dopuszczenia producenta aparatu. W takich przypadkach dochodzi do nierównomiernego docisku i zwiększonej rezystancji przejścia, co prowadzi do lokalnego przegrzewania. Podobne skutki wywołuje brak kontroli momentu dokręcania połączeń śrubowych lub brak zabezpieczenia przed samoczynnym luzowaniem w warunkach drgań – a ma to szczególnie znaczenie w obiektach przemysłowych, nie tylko narażonych na drgania, ale też na zapylenie. Pyły, przedostając się przez nieszczelności w połączeniach do instalacji, mogą negatywnie wpływać na pracę instalacji.

Szczególną uwagę należy zwrócić na jakość złązek i systemów przyłączeniowych oraz ich dopasowanie do warunków, w jakich rozdzielnice w budynkach przemysłowych pracują. Złączki muszą być dobrane do przekrojów przewodów, rodzaju żył oraz przewidywanych prądów zwarciowych. Stosowanie złązek o zbyt małej obciążalności prądowej, brak tulejek na przewodach linkowych czy mieszanie niekompatybilnych systemów przyłączeniowych prowadzi do wzrostu temperatury połączeń i ryzyka powstania łuku elektrycznego. W instalacjach o dużych obciążeniach konsekwencją mogą być uszkodzenia aparatów, utrata selektywności zabezpieczeń, a nawet pożar. Specyfika zastosowania z kolei wymaga uwzględnienia takich zjawisk jak warunki umożliwiające powstanie atmosfery wybuchowej, wysokie zapylenie, praca w podwyższonej temperaturze czy obecność w powietrzu gazów o charakterze potencjalnie korozyjnym.

Błędy w torach ochronnych, takie jak łączenie kilku przewodów PE pod jednym zaciskiem bez dopuszczenia producenta, obniżają z kolei niezawodność ochrony przeciwporażeniowej. W warunkach przemysłowych, gdzie występują znaczne prądy zwarciowe, ciągłość i odpowiednia rezystancja połączeń ochronnych mają kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa.

### Rozdzielnice średniego i wysokiego napięcia – nowe uwarunkowania

W obszarze rozdzielnic średniego i wysokiego napięcia istotne zmiany wprowadza rozporządzenie (UE) 2024/573 dotyczące fluorowanych gazów cieplarnianych (tzw. rozporządzenie F-gazowe), które wprowadza harmonogram stopniowego wycofywania sześćfluorku siarki (SF<sub>6</sub>) – nie można już

# SNAP IN



## SNAP IN - najszybsza technologia łączeniowa

### Złączki szeregowe, złącza PCB, HDC i Push Pull Power

- **PROSTO** - podłączanie nawet elastycznych przewodów, bez użycia narzędzi i końcówek tulejkowych
- **SZYBKO** - dzięki zaciskom ze wstępnie naprężonymi sprężynami stykowymi
- **BEZPIECZNIE** - prawidłowe połączenia sygnalizowane akustycznie i optycznie
- **READY-TO-ROBOT** - produkty gotowe do procesów oprzewodowania z użyciem robotów



Więcej informacji na naszej stronie:  
[www.weidmuller.pl/snapin](http://www.weidmuller.pl/snapin)

**Weidmüller** 

wprowadzać do obrotu nowych rozdzielnic sn zawierających ten gaz cieplarniany. Od 2026 r. zakaz obejmuje rozdzielnice średniego napięcia do 24 kV, a od 1 stycznia 2030 r. – do 52 kV włącznie. Natomiast od 1 stycznia 2032 r. zakaz będzie obejmował także rozdzielnice wn [7].

Rozporządzenie nie nakłada obowiązku wymiany już zainstalowanych rozdzielnic, jednak wyklucza możliwość stosowania pierwotnego SF<sub>6</sub> w serwisie po 2035 r. Oznaczać to będzie konieczność stosowania czynnika pochodzącego z regeneracji lub recyklingu – oba te procesy musi poprzedzać odzysk czynnika z rozdzielnic wykonany przez osobę z odpowiednim certyfikatem dla personelu wydanym przez Urząd Dozoru Technicznego. Sam czynnik po recyklingu lub zre-generowany musi spełniać wymagania jakościowe. Podobnie obowiązkowa kontrola szczelności tych urządzeń wymaga właściwych uprawnień [8].

Alternatywą dla rozdzielnic z czynnikiem SF<sub>6</sub> są rozwiązania oparte na technologii próżniowej, izolacji powietrznej przy ciśnieniu atmosferycznym oraz konstrukcjach wykorzystujących izolację stałą. Technologie te zapewniają wymagane parametry elektryczne przy ograniczeniu wpływu środowiskowego, jednak wymagają innego podejścia projektowego i eksploatacyjnego.

### Literatura

1. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/35/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do udostępniania na rynku sprzętu elektrycznego przewidzianego do stosowania w określonych granicach napięcia (Dz.Urz. UE L 96 z 29.3.2014, s. 357–374)
2. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2011/65/UE z dnia 8 czerwca 2011 r. w sprawie ograniczenia stosowania niektórych niebezpiecznych substancji w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym (przekształcenie) (Dz.Urz. UE L 174 z 1.7.2011, s. 88–110)
3. Dyrektywa Delegowana Komisji (UE) 2015/863 z dnia 31 marca 2015 r. zmieniająca załącznik II do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2011/65/UE w odniesieniu do wykazu substancji objętych ograniczeniem (Dz.Urz. UE L 137/10 z 4.6.2015, s. 10–12)
4. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2017/2102 z dnia 15 listopada 2017 r. zmieniająca dyrektywę 2011/65/UE w sprawie ograniczenia stosowania niektórych niebezpiecznych substancji w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym (Tekst mający znaczenie dla EOG (Dz.Urz. UE L 305 z 21.11.2017, s. 8–11)
5. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/34/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej (wersja przekształcona) Tekst mający znaczenie dla EOG (Dz.Urz. UE L 96 z 29.3.2014, s. 309–356)
6. PN-EN 61439: Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe
7. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/573 z dnia 7 lutego 2024 r. w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych, zmieniające dyrektywę (UE) 2019/1937 i uchylające rozporządzenie (UE) nr 517/2014 (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz.Urz. UE L 2024 z 20.2.2024, s. 573)
8. Strefa Instalatora, <https://strefainstalatora.pl/firma-i-fach/kto-moze-pracowac-z-rozdzielnicami-elektrycznymi-z-sf6-certyfikacja-personelu/> (dostęp: 12.02.2026)

# Systemy zarządzanie budynkiem (BMS) oraz energią (EMS) w ujęciu ośrodka logistyczno-magazynowo-produkcyjnego

Obiekty wielkopowierzchniowe, szczególnie hale logistyczne i produkcyjne, w świetle wysokich wymagań środowiskowych [1] mają dziś znacznie bardziej złożone potrzeby niż tylko „utrzymanie temperatury”. Kluczowe są: interoperacyjność systemów zarządzania oraz urządzeń wykonawczych, gotowość do pracy 24/7, bezpieczeństwo użytkownika, wysoka efektywność energetyczna, możliwość rozliczania mediów bez angażowania dodatkowego personelu i konieczność raportowania ESG.

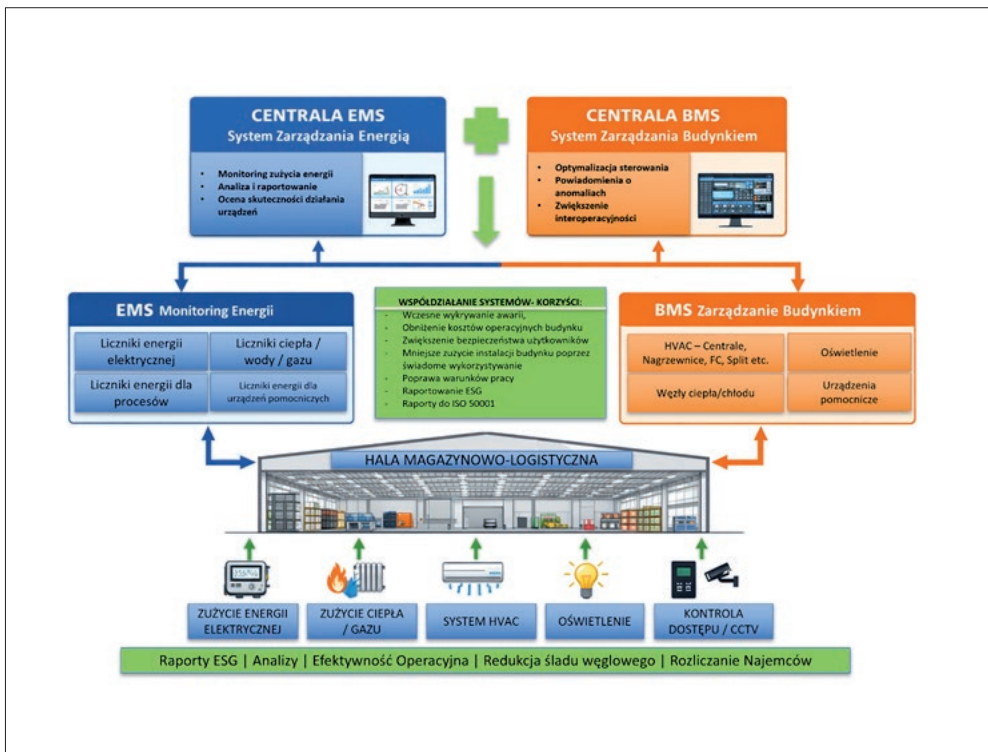
Heterogeniczność przeznaczenia poszczególnych części hal rodzi złożone odmienne potrzeby pod względem klimatu, co wpływa również na odmienne podejście do sterowania układami automatyki, rozpoczynając od pomieszczeń biurowych, w których opieramy się głównie na parametrach powietrza takich jak: temperatura, wilgotność, CO<sub>2</sub>, VOC, po pomieszczenia serwerowni, w których przekroczenie temperatury w bezpośrednim sąsiedztwie szaf typu RACK może wpłynąć na stabilność systemów IT oraz doprowadzić do utraty danych lub utraty stabilności.

W takich pomieszczeniach wymagane jest monitorowanie temperatury i wilgotności [2, 3 i 4] oraz umieszczenie czujników daleko od drzwi wejściowych, które mogą wpływać na zakłamanie odczytu podczas ich otwierania, oraz stałe monitorowanie założonych wartości granicznych. Przekroczenie progu alarmowego – np. 22°C bądź progu alarmowego II stopnia 23°C – powinno uruchomić reakcję personelu odpowiedzialnego za dobrostan tych urządzeń.

W sposób uproszczony można przyjąć, że integracji w podlegają systemy: HVAC, oświetlenia, PPOŻ, kontroli dostępu, CCTV, liczników mediów (rys. 1). Całościowe podejście do budynku – jako ekosystemu – pozwala na eliminację ambiwalencji poszczególnych grup urządzeń oraz pozwala na ustalenie priorytetów korzystania z dostępnych w konkretnym obszarze urządzeń pod kątem

**Tabela 1.** Zestawienie norm dla pomieszczeń serwerowych – data center – dotyczących parametrów powietrza

Norma / wytyczna	Zakres temperatury	Zakres wilgotności	Uwagi
ASHRAE TC 9.9 [2]	18–27°C (zalecane), 10–35°C (dopuszczalne)	40–60%	Kategorie środowiska – Recommended / Extended
TIA-942-B [3]	18–27°C	40–55%	Standard klasy A dla krytycznych systemów
EN 50600 / IEC [4]	18–27°C	40–60%	Systemy HVAC redundantne N+1 / 2N



Rys. 1. Uproszczona logika systemu BMS i systemu zarządzania energią EMS oraz korzyści płynących z implementacji obu narzędzi w hali produkcyjno-magazynowej Źródło: EL-PIAST Sp. z o.o.

energooszczędności. Algorytm sterowania uwzględnia w pierwszej kolejności najtańsze źródło ciepła/chłodu – adekwatnie do pory roku. W przypadku gdy pożądana przez użytkownika temperatura nie została osiągnięta w zadanym czasie, dołączane są kolejne urządzenia.

Istotną kwestią, która powinna być uwzględniona w algorytmie sterowania, to kontaktrony, które wpływają stopująco na układ klimatyzacyjno-wentylacyjny w momencie otwarcia oprawy okiennej/rampy. Jest to mechanizm, który działa na poziomie automatyki integrującej.

## Spójne dane do ISO 50001 i ESG

Z definicji **EMS (Energy Management System)** to system dedykowany monitorowaniu, analizie i optymalizacji zużycia energii – szczególnie istotny w kontekście **ISO 50001**, natomiast **BMS (Building Management System)** to system zarządzania i automatyki budynkowej, który nadzoruje oraz steruje instalacjami technicznymi w obiekcie (tabela 2). Dobrą praktyką sprawdzoną w 1187 budynkach w Polsce jest połączenie tych systemów (z zachowaniem ich odrębności, ale możliwością ich wzajemnego wpływu).

Co to oznacza? Każdy z systemów ma swój własny panel użytkownika, który pozwala na selekcję kwestii, które operatora interesują – ale ma możliwość realnego wpływu na sterowanie układami – ich wydajnością, harmonogramami pracy etc. Pozwala to na pełne zrozumienie działających w budynkach układów, które są w sposób intuicyjny zwizualizowane (rys. 2), alarmy mają jasne i czytelne opisy, oraz na możliwość ich regulacji z jednego miejsca oraz stały monitoring z powiadomieniami. Jest to szczególnie istotne w przypadku konieczności raportowania niefinansowego ESG lub możliwości ubiegania się o certyfikaty budynkowe.

# BMS

SYSTEMY ZARZĄDZANIA  
BUDYNKIEM I ENERGIĄ

OBIEKTY KOMERCYJNE | PRZEMYSŁOWE | JST  
I INNE

# EMS

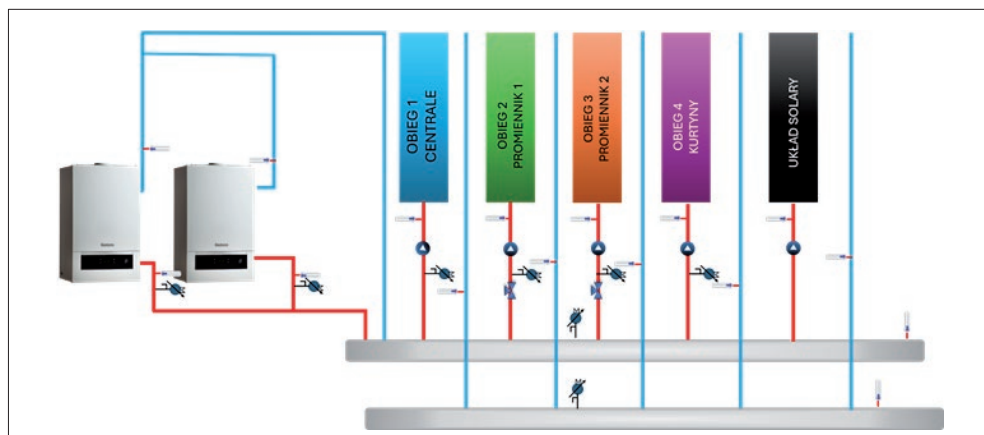
REDUKCJA CO<sub>2</sub>  
ALGORYTMY STEROWANIA  
POPRAWA EFEKTYWNOŚCI  
ENERGETYCZNEJ

DO

# 60%

OSZCZĘDNOŚCI  
PRZEZ EFEKTYWNE  
ZARZĄDZANIE





Rys. 2. Fragment systemu obiegów, przedstawiony w sposób uproszczony dla użytkownika końcowego, uwzględniający tylko niezbędne informacje. Źródło: EL-PIAST Sp. z o.o.

## Optymalizacja kosztów operacyjnych

Bierne sterowanie układami branżowymi, na powierzchni przykładowo od 10 000 m<sup>2</sup> do 100 000 m<sup>2</sup>, w przypadku niedokładnego lub zbędnego ogrzewania i chłodzenia powierzchni, może wpłynąć na podniesienie kosztów operacyjnych obiektu budowlanego, szczególnie biorąc pod uwagę dużą kubaturę takich hal (10–15 m).

## Szybkie reagowanie na awarie

Systemy sterowania i monitorowania są sprawdzonym narzędziem serwisowym, które pozwala na dokładne zdiagnozowanie problemów oraz ich eliminację. Komunikacja wszystkich układów umożliwia również zmianę oprogramowania lub algorytmu sterowania w wielu lokalizacjach na raz, bez konieczności docierania do sterowników PLC – jedynie opierając się na dostępie do serwera przez otwarte standardowe protokoły komunikacyjne. Dodatkowo, w przypadku standardowych przeglądów serwisowych – uwzględniających urządzenia znajdujące się w BMS – można zbiorczo sprawdzić wydajność poszczególnych układów lub zdalnie przeprowadzić część prac serwisowych, zmniejszając ślad węglowy również w transporcie.

Podsumowując, trudno wyliczyć wszystkie korzyści, jakie płyną z zarządzania i sterowania układami znajdującymi się w obiektach logistyczno-magazynowych i produkcyjnych. Nadzór nad układami odpowiedzialnymi nie tylko za jakość powietrza, ale również za bezpieczeństwo (np. systemy przeciwpożarowe i stabilność działania całego budynku) daje mierzalne korzyści finansowe i operacyjne. Dodatkowo dzięki uproszczeniu procedury niefinansowego raportowania ESG, danych zużycia energii przez budynek, znacząco usprawnia się audyty energetyczne, które są klu-

Tabela 2. Uproszczonego opisu funkcjonalności, zakresu i możliwości systemów nadrzędnych

Kryterium	BMS	EMS
Główny cel	sterowanie instalacjami	monitorowanie i optymalizacja energii
Zakres	automatyka budynkowa	analiza energetyczna
Funkcja operacyjna	tak	raczej analityczna
ISO 50001	wspiera	kluczowy element systemu

czowe w przypadku planowania modernizacji budynku, zarówno płytkiej, jak i głębokiej. Otwiera to drogę do finansowania m.in. białych certyfikatów.

Ponadto wszelkie certyfikaty środowiskowe, które zwiększają atrakcyjność firmy i produktu na rynku, stają się w zasięgu ręki – z uwagi na długoterminowe akumulowanie danych. Co najistotniejsze, koszty wdrażanych systemów budynkowych zarówno BMS, jak i EMS, należy uwzględnić w perspektywie 10 lat i brać pod uwagę kwestie licencyjne oraz możliwości nieograniczonego rozwoju platformy, na której zostały wdrożone. Wieloletnie doświadczenie autora wskazuje, że wraz z upływem czasu pojawia się potrzeba rozbudowy funkcjonalności, które upraszają i automatyzują wiele czynności, co pozwala na jeszcze efektywniejsze wykorzystanie systemów budynkowych oraz integrowanych w nich urządzeń wykonawczych.

## Literatura

1. Ministerstwo Rozwoju i Technologii, Długoterminowa strategia renowacji budynków RP, <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/Dlugoterminowa-strategia-renowacji-budynkow> (dostęp: 8.02.2026)
2. ASHRAE TC 9.9 (2015, 2018, 2021): *Thermal Guidelines for Data Processing Environments*
3. TIA-942-B (2017): *Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers*
4. EN 50600-2-2 / EN 50600-2-3: *Data Center Design Standards*
5. Raporty producentów sprzętu IT (Dell, HPE, Cisco) – maksymalne dopuszczalne temperatury urządzeń

# Wentylacja budynków kubaturowych

**W budynkach przemysłowych procesy kontrolowanej wymiany i uzdatniania powietrza – wentylacja bytowa, odprowadzanie substancji niebezpiecznych o charakterze toksycznym czy regulacja temperatury i wilgotności – mają ogromne znaczenie dla bezpieczeństwa, zdrowia i produktywności osób pracujących i przebywających w tych obiektach. Zapewniają także bezpieczeństwo i stabilność realizowanych w takich budynkach procesów.**

Wentylacja w budynku przemysłowym pełni wiele kluczowych funkcji. Wentylacja bytowa zapewnia odpowiednie warunki higieniczne pracownikom – wymiana powietrza może być w tym przypadku uzupełniona o funkcje filtracji, nawilżania lub osuszania oraz chłodzenia. Za zdrowie i bezpieczeństwo pracowników odpowiadają na co dzień systemy odpylania i wentylacji stanowiskowej, chroniące przed wpływem czynników niebezpiecznych występujących na stanowiskach pracy (takich jak spawanie, cięcie, piłowanie). W pomieszczeniach, w których występuje znaczne ryzyko powstawania gazów wybuchowych, toksycznych lub powodujących obniżenie zawartości tlenu w powietrzu, wentylacja sterowana przez systemy detekcji gazów niebezpiecznych chroni pracowników przed bezpośrednim zagrożeniem zdrowia i życia. Zaawansowane systemy wentylacji współpracujące z układami obsługującymi bezpośrednio procesy produkcyjne (uzasadnione w niektórych obiektach) umożliwiają np. efektywny odzysk ciepła.

W zależności od zastosowanego rozwiązania, wentylacja bytowa może także w warunkach pożarowych pełnić funkcję wentylacji oddymiającej, umożliwiając bezpieczną ewakuację dzięki uwolnieniu przestrzeni dróg ewakuacyjnych od produktów spalania i gorącego powietrza.

## Wentylacja bytowa naturalna

Najprostszym, najtańszym i cicho pracującym rozwiązaniem – wykorzystującym siłę natury i niewymagającym istotnych nakładów energii elektrycznej – jest wentylacja naturalna. Wykorzystuje się ją w obiektach przemysłowych, w których:

- nie jest wymagana ściśle kontrolowana (pod względem ilości lub jakości) wymiana powietrza,
- nie ma stref o szczególnych wymaganiach (np. zagrożonych wybuchem),
- bardziej zaawansowane systemy zapewniające np. odzysk ciepła są nieopłacalne lub nieuzasadnione technicznie.

Wentylacja naturalna może także współpracować z wentylacją mechaniczną – np. cały obiekt jest przewietrzany grawitacyjnie, a w wybranych strefach lub pomieszczeniach działa wentylacja mechaniczna. Odpowiednio dobrane, czyli spełniające wymagania stosownych norm oraz uwzględniające wymogi projektowe, urządzenia wentylacji naturalnej mogą w warunkach pożaru pełnić funkcję wentylacji pożarowej, zapewniając oddymianie, a także nawiew powietrza kompensacyjnego.

Wentylacja naturalna musi zapewniać zarówno nawiew powietrza świeżego (zewnętrznego), jak i efektywne usuwanie powietrza zużytego z wnętrza budynku. Za nawiew powietrza odpowiadają nawietrzaki (czerpnie), najczęściej wykonywane jako ściennie (elewacyjne), a za wywiew – urządzenia dachowe, takie jak wywietrzaki dachowe i liniowe, świetliki, kłapy skrzydłowe czy kła-

py żaluzjowe. Rozwiązania wentylacji naturalnej mogą być sterowane zarówno w najprostszy sposób (otwórz/zamknij), jak i poprzez systemy mierzące warunki wewnątrz budynku (np. temperaturę czy stężenie CO<sub>2</sub>) i na zewnątrz (np. czujniki pogodowe).

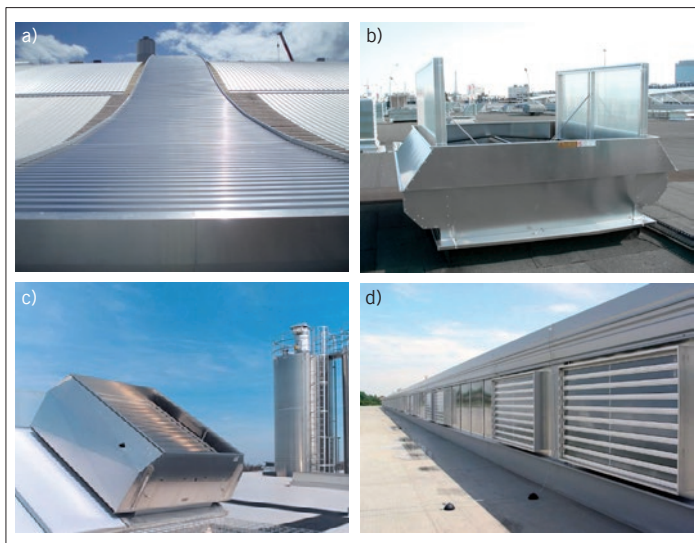
**Wywietrzaki liniowe** mogą być stosowane na dachu lub na elewacji. Do ich wykonania stosuje się materiały łączące niewielki ciężar i odporność na korozję – jest to najczęściej odpowiedni stop aluminium lub poliwęglan, a w przypadku wykonania specjalnych stal nierdzewna (innym roz-

wiązaniem jest pokrycie urządzenia odpowiednimi powłokami). Wywietrzaki mają zapewnione odprowadzenie wody opadowej – nie trzeba uwzględniać dodatkowego odwodnienia. Konstrukcja wywietrzaków umożliwia pracę z założoną efektywnością podczas opadów atmosferycznych, dostępne są także dodatkowe zabezpieczenia, np. przed nadmiernymi stratami ciepła zimą (zasuwa zamykająca) lub przed ingerencją zwierząt (ptaków lub owadów).

**Kłapy jedno- lub dwuskrzydłowe** to rozwiązania dachowe sterowane elektrycznie lub pneumatycznie, zapewniające duże strumienie powietrza wywiewanego. Obudowa kłapy wykonana jest najczęściej z lekkiego, ale trwałego stopu aluminium, natomiast skrzydło, wyposażone zwykle w zawiasy ze stali nierdzewnej, może mieć wypełnienie poliwęglanowe, dzięki czemu zapewnia doświetlenie naturalnym światłem dziennym.

**Kłapy żaluzjowe** mogą pełnić funkcję wentylacji nawiewnej (montaż w dolnej części elewacji) lub wywiewnej (montaż w górnej części elewacji lub na dachu). Cechują się wysoką izolacyjnością cieplną i akustyczną oraz szczelnością. Można je montować pod dowolnym kątem od 0 do 90° – na dachach płaskich i pochyłych, w dachach szedowych i elewacjach, a także w stolarni okiennej, w zależności od dostępnych wykonania standardowych kołnierzy wykończeniowych. Kłapy żaluzjowe zapewniają bezpieczne i efektywne przewietrzanie budynku także przy silnym wietrze. Obudowy mogą być pomalowane na dowolny kolor z palety RAL, natomiast żaluzje (lamele) wykonuje się z materiałów odpornych na korozję i warunki atmosferyczne, takich jak aluminium czy poliwęglan. Żaluzje mogą być wykonywane jako jedno- lub dwupowłokowe, a za uszczelnienie odpowiadają szczotki uszczelniające albo uszczelki gumowe. Żaluzje poliwęglanowe mogą być wykonywane także jako przezroczyste, dzięki czemu pełnią dodatkową funkcję doświetlania wnętrza budynku.

Kłapy stosowane w wentylacji bytowej (i niektóre wywietrzaki liniowe) mogą w warunkach pożaru pełnić także funkcję kłapy dymowej. Zadaniem kłapy dymowej jest usunięcie produktów spalania (dymu i gorących gazów) oraz gorącego powietrza ze stref przebywania ludzi i dróg ewa-



**Fot. 1.** Rozwiązania wentylacji naturalnej dla budynków przemysłowych: a) wywietrzak liniowy, b) kłapa dwuskrzydłowa z funkcją doświetlenia (skrzydło z poliwęglanu), c) wywietrzak dachowy z klapą żaluzjową, d) kłapa żaluzjowa zamontowana pionowo  
Źródło: Kingspan Light + Air

kuacyjnych. Powietrze świeże (kompensacyjne) nawiewane jest przez odpowiednie otwory wentylacyjne (mogą to być także klapy lub nawietrzaki) znajdujące się w dolnej części pomieszczeń. Aby klapa mogła funkcjonować jako dymowa, musi być zgodna z normą PN-EN 12101-2 Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła. Część 2: Wymagania techniczne dotyczące klapy dymowych [1]. Konieczne jest m.in. odpowiednie sterowanie oraz mechanizm otwarcia o określonej energii (sprężyna lub nabój ze sprężonym powietrzem). Otwarcie klapy musi zachodzić automatycznie poprzez wyzwolenie termiczne (topiące się w określonej temperaturze spoiwo lub pękająca ampułka szklana) albo w wyniku sygnału z instalacji przeciwpożarowej.

### Wentylacja bezkanałowa jako wsparcie wymiany powietrza

W wielu obiektach kubaturowych – w tym modernizowanych czy często zmieniających zastosowanie – konieczność usprawnienia wentylacji poprzez zastosowanie rozwiązań wentylacji mechanicznej musi iść w parze z rachunkiem ekonomicznym. W halach, gdzie nie ma emisji szkodliwych substancji lub zagrożeń wybuchem, priorytetem może się z kolei stać racjonalne zużycie energii. Odpowiedzią mogą tu być rozwiązania dachowe, łączące wielofunkcyjność – wentylacja z odzyskiem ciepła (rekuperacja), ogrzewanie i chłodzenie – z kompaktową budową. Tego rodzaju rooftopy wymagają przygotowania jednego otworu dachowego na urządzenie – można zatem

dobrać nie tylko wielkość, ale i położenie urządzenia do potrzeb danego obiektu, realizując np. podział na strefy. Brak kanałów ułatwia montaż urządzenia w konkretnej lokalizacji i umożliwia obsługę określonego obszaru w obiekcie. Zaletą tych rozwiązań jest też łatwość ich wykonania w obiektach istniejących.

Kompaktowe komercyjne (przemysłowe) rekuperatory bezkanałowe wyposaża się w odpowiednio skonstruowany nawiewnik (np. wirowy), który wyraźnie łagodzi efekt stratyfikacji powietrza. Wymienik do odzysku energii podczas wymiany powietrza w hali może mieć sprawność nawet powyżej 70%. Za ogrzewanie i chłodzenie odpowiadają wbudowane podzespoły: odpowiednio nagrzewnica wodna, gazowa lub elektryczna oraz agregat chłodniczy.



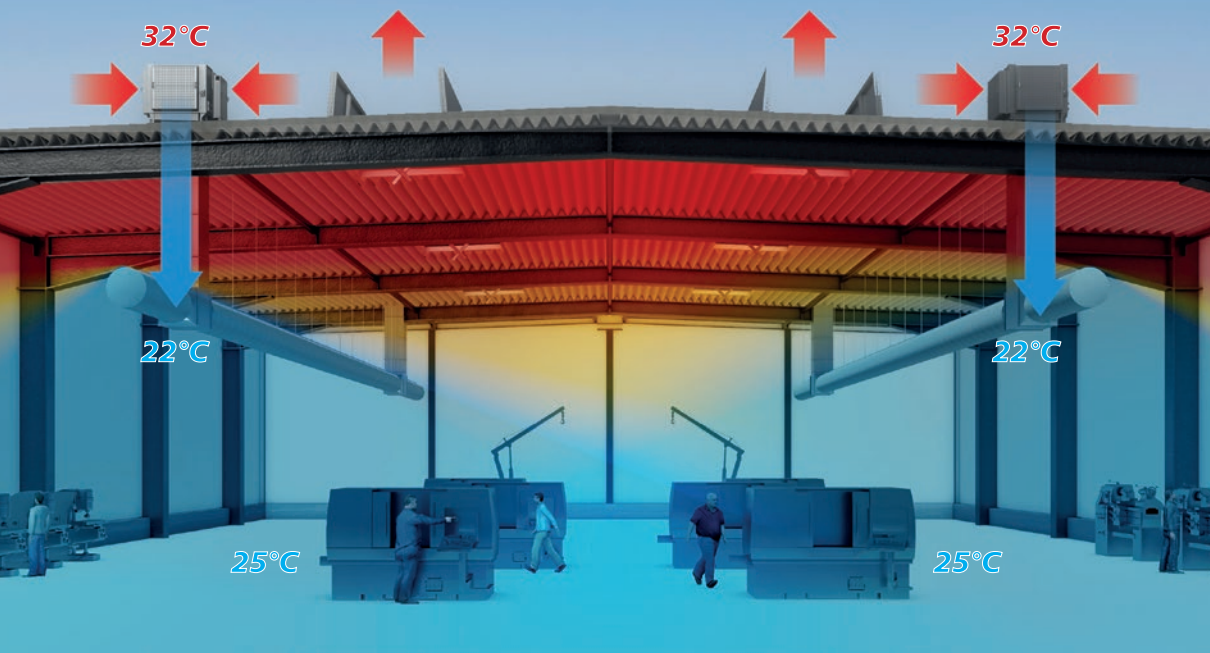
Fot. 2. Układ typu rooftop do obsługi HVAC wysokiej hali przemysłowej lub magazynowej  
Źródło: Hoval

### Wentylacja z funkcją chłodzenia

W obiektach kubaturowych ekonomicznym i efektywnym rozwiązaniem jest wykorzystanie wentylacji mechanicznej do chłodzenia adiabatycznego (określanego także jako ewaporacyjne lub wyparne). Strumień powietrza nawiewanego, którego przepływ jest wymuszony przez wentylator dachowy, kierowany jest do budynku przez dachową jednostkę wyparną (rooftop). Zachodzi w niej proces odparowania wody dzięki energii pobieranej z powietrza – do odparowania każdego kilograma wody z powietrza pobierane jest 2257 kJ energii. Wymiana ciepła odbywa się podczas przepływu powietrza przez złoża sztywne – panele (maty) ewaporacyjne o znacznej powierzchni czynnej, pokryte cienką warstwą wody. Złoża wytwarzane są z materiałów higroskopijnych o dużej powierzchni czynnej, co wiąże się z ich rozbudowaną strukturą kanałów wodnych (celuloza, wiskoza, włókna polimerowe, ale także odpowiednio zabezpieczone aluminium). Woda tworzy na całej powierzchni czynnej maty warstwę o małej objętości, ale dużej powierzchni – wówczas różnica ciśnienia cząstkowego między powietrzem a powierzchnią wody zapewnia jej „naturalne” odparowanie. Dzięki temu procesowi temperatura powietrza obniża się, a oddana energia cieplna jest zmagazynowana w parze wodnej jako energia utajona. Konwersja przebiega adiabatycznie, tj. energia całkowita układu pozostaje stała.



# CoolStream - chłodzenie i wentylacja hal przemysłowych



W chłodzeniu adiabaticznym energia jest potrzebna do zapewnienia cyrkulacji chłodzonego powietrza (napęd wentylatorów) oraz do pompowania wody, która będzie podlegała odparowaniu. Oszczędności energii w porównaniu do chłodzenia z wykorzystaniem agregatów sprężarkowych mogą sięgać nawet 80–90%. EER procesu chłodzenia adiabaticznego wynosi nawet do 40 (nakład energetyczny 1 kW oznacza możliwość uzyskania do 40 kW mocy chłodniczej). Faktyczna sprawność procesu zależy od temperatury i wilgotności powietrza wlotowego (będzie najwyższa w przypadku wysokiej temperatury zewnętrznej i małej wilgotności powietrza zewnętrznego), od wymaganej temperatury powietrza wylotowego docierającego do budynku oraz od prędkości przepływu przez chłodnicę adiabaticzną.

Parametry powietrza zewnętrznego optymalne dla chłodzenia adiabaticznego to RH < 30% i temperatura ok. 30°C, natomiast RH = 50% traktowane jest jako górna granica opłacalności stosowania tego rodzaju chłodzenia.

$$\eta = \frac{t_{ts1} - t_{tm2}}{t_{ts1} - t_{tm1}}$$

gdzie:

$t_{ts1}$  – temperatura termometru suchego powietrza wlotowego, °C,

$t_{tm1}$  – temperatura termometru mokrego powietrza wlotowego, °C,

$t_{tm2}$  – temperatura termometru suchego powietrza wylotowego, °C.

Do systemów chłodzenia adiabaticznego stosuje się zwykle wodę wodociągową, co wymaga uwzględnienia zagrożenia rozwojem bakterii *Legionella pneumophila*. Należy zapewnić warunki uniemożliwiające bytowanie i namnażanie tej bakterii – odpowiednio niską ilość składników odpowiedzialnych za tworzenie kamienia kotłowego i biofilmu (twardość, produkty korozji, substancje organiczne), właściwą temperaturę oraz brak zastoisk wody. Woda nie powinna być jednak uzdatniana chemicznie – produkty reakcji mogą powodować powstawanie osadów na matach ewaporacyjnych. Wytrącaniu osadu sprzyja też wysychanie mat, więc powinny być one zawsze zalane, co wymaga utrzymania minimalnej wielkości przepływu i ciśnienia wody przepływającej przez panele.

Wilgotność względna powietrza zewnętrznego	20%		30%		40%		50%		60%	
Temperatura powietrza zewnętrznego	Temperatura powietrza nawiewanego / redukcja temperatury [°C]									
20°C	10	10	12	8	14	6	15	5	16	4
24°C	13	11	15	9	17	7	18	6	20	4
28°C	16	12	18	10	20	8	22	6	25	5
32°C	18	14	21	11	23	9	25	7	27	5
36°C	21	15	24	12	26	10	28	8	30	6
40°C	24	16	27	13	29	12	32	8	34	6

Rys. 1. Redukcja temperatury w urządzeniu chłodzenia adiabaticznego zależy od warunków zewnętrznych (temperatury powietrza nawiewanego) Źródło: Kingspan



Fot. 3. Powietrze w zakładzie przemysłowym może wymagać dodatkowego nawilżenia, np. w przetwórstwie drewna. Na zdjęciu zakład produkujący m.in. okna drewniane z systemem wysokociśnieniowego nawilżania Źródło: Condair

## Wentylacja jako środek usuwania gazów niebezpiecznych

W zależności od rodzaju działalności wykonywanej w danym budynku, pracownicy narażeni są na oddziaływanie szkodliwych zanieczyszczeń gazowych – gazów toksycznych i palnych (wybuchowych). Ochronę przed gazami szkodliwymi i niebezpiecznymi zapewniają takie środki techniczne, jak wykrywanie i monitorowanie tych substancji wraz z alarmowaniem osób zagrożonych oraz odpowiednia wentylacja – ciągła, regulowana np. stężeniem gazów wskaźnikowych, lub awaryjna, która może być uruchamiana w wyniku odpowiednich sygnałów z systemu detekcji.

Za bezpieczeństwo poszczególnych pomieszczeń może odpowiadać wentylacja mechaniczna lub naturalna. Wymagania, które dotyczą wentylacji mechanicznej pod kątem ochrony pomieszczeń narażonych na występowanie gazów szkodliwych i niebezpiecznych, znajdują się w przepisach obowiązujących w poszczególnych zakładach i zwykle nie są zbyt szczegółowe – przykładowo pomieszczenia fermentowni w zakładach piwowarskich muszą być wyposażone w wentylację mechaniczną uruchamianą przez włącznik umieszczony przed wejściem [2], a pomieszczenia acetylenowni muszą mieć wentylację naturalną lub mechaniczną [3]. Z kolei pomieszczenia, w których przechowuje się środki chemiczne do uzdatniania wody i oczyszczania ścieków, muszą mieć wentylację naturalną zapewniającą co najmniej dwie wymiany na godzinę, a także – jeśli środki te mają własności żrące, cuchnące, trujące lub wydzielają szkodliwe opary (dotyczy to np. chloru lub ozonu) – wentylację mechaniczną, która ma zapewniać krotność wymian taką, by nie zostały przekroczone najwyższe dopuszczalne stężenia (NDS) zanieczyszczeń powietrza w środowisku pracy dla danego środka chemicznego (musi więc być dostosowana do właściwości fizykochemicznych danej substancji) [4].



**Fot. 4.** Regulator VAV (przepustnica regulacyjna) do pracy w instalacjach ze zmiennym przepływem – wykonanie z tworzywa sztucznego (PVC lub PP) pozwala na stosowanie urządzenia w instalacjach, gdzie mogą wystąpić związki agresywne chemicznie  
Źródło: Smay

Przepisy regulujące bezpieczeństwo i higienę pracy wymagają także stosowania wywiewnej (wyciągowej) wentylacji awaryjnej w pomieszczeniach, w których w wyniku awarii mogą wydzielac się substancje toksyczne lub bardzo toksyczne albo substancje stwarzające zagrożenie wybuchem [5]. Wentylacja awaryjna powinna być uruchamiana zarówno od wewnątrz, jak i z zewnątrz pomieszczeń, a także musi zapewniać wymianę powietrza dostosowaną do przeznaczenia pomieszczeń, zgodnie zarówno z Polskimi Normami, jak i odrębnymi przepisami dla poszczególnych zakładów. Podobny, choć nie tożsamy zapis zawarto w Warunkach Technicznych [6], w których jest mowa o *pomieszczeniu zagrożonym wydzielaniem się lub przenikaniem*

*z zewnątrz substancji szkodliwej dla zdrowia bądź substancji palnej, w ilościach mogących stworzyć zagrożenie wybuchem* (bez wskazania, że wydzielanie lub przenikanie substancji jest wynikiem awarii), a wymiana powietrza dostosowana do przeznaczenia pomieszczenia ma być zgodna z przepisami o bezpieczeństwie i higienie pracy. Normy ani przepisy w tym zakresie nie zostały przywołane w przedmiotowych rozporządzeniach, można jednak wskazać następujące przykłady:

- w browarach i zakładach produkujących napoje gazowane w wentylację awaryjną muszą być wyposażone pomieszczenia, w których w wyniku procesów technologicznych wydzielają się dwutlenek węgla lub inne gazy. System wentylacji awaryjnej musi zapewniać co najmniej 10-krotną wymianę powietrza w ciągu godziny [2];
- w instalacjach napełniania chlorem, fosforowodorem, siarkowodorem, fosgenem, fluorem i cyjanowodorem system detekcji i monitoringu powinien być połączony z wentylacją

awaryjną, w sposób umożliwiający automatyczne obniżenie stężenia gazów w przypadku przekroczenia wartości stężeń dopuszczalnych [3];

- w pomieszczeniach zagrożonych wybuchem na terenie oczyszczalni ścieków przed wejściem należy uruchomić awaryjną wentylację mechaniczną, która powinna pracować przez co najmniej 10 minut [7].

Odrębnie określono wymagania dla wentylacji pomieszczeń zagrożonych wybuchem [8], natomiast wentylacja mechaniczna zapewniająca usuwanie zanieczyszczeń gazowych jest zwykle sterowana przez odpowiedni system detekcji (wykrywania) gazów toksycznych oraz wybuchowych.

### Literatura

1. PN-EN 12101-2 *Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła. Część 2: Wymagania techniczne dotyczące klap dymowych*
2. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 23 czerwca 2004 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w zakładach przemysłu piwowarskiego i napojów gazowanych (Dz.U. 2004, nr 160, poz. 1669 z późniejszymi zmianami)
3. Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 23 grudnia 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy produkcji i magazynowaniu gazów, napełnianiu zbiorników gazami oraz używaniu i magazynowaniu karbidu (Dz.U. 2004, nr 7, poz. 59)
4. Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 27 stycznia 1994 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy stosowaniu środków chemicznych do uzdatniania wody i oczyszczania ścieków (Dz.U. 1994, nr 21, poz. 73 ze zm.)
5. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (t.j. Dz.U. 2003, nr 169, poz. 1650)
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (t.j. Dz.U. 2022, poz. 1225)
7. Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 1 października 1993 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w oczyszczalniach ścieków (Dz.U. 1993, nr 96, poz. 438)
8. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 8 lipca 2010 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej (Dz.U. 2010, nr 138, poz. 931 ze zm.)



# Kompleksowa oferta preparatów do czyszczenia i dezynfekcji klimatyzacji i wentylacji dla profesjonalistów



Najwyższa jakość • Wydajne koncentraty  
Atesty i certyfikaty potwierdzające skuteczność

# CoolStream – jedna technologia dla wielu rozwiązań. System chłodzenia adiabatyicznego w obiektach przemysłowych



**Duże zyski ciepła od urządzeń i procesów technologicznych oraz coraz częstsze fale upałów powodują, że wnętrza hal produkcyjnych nagrzewają się do temperatury ponad 30°C. Obniża to efektywność procesów produkcji i komfort pracowników.**

Dobrze zaprojektowany system wentylacyjny z funkcją chłodzenia i nawilżania powinien kształtować warunki środowiskowe pracy i wpływać pozytywnie na jakość produkcji, komfort pracowników oraz efektywność operacyjną. Dla wielu obiektów optymalnym rozwiązaniem jest technologia chłodzenia adiabatyicznego (ewaporacyjnego). Dzięki prostym zasadom działania i budowy można ją łatwo wprowadzić w pracującym zakładzie, bez wywoływania dłuższych przestojów w produkcji. Zapewnia wydajną wentylację i znacząco obniża jej koszty eksploatacyjne. Ponadto nie generuje kosztów środowiskowych, ponieważ nie wykorzystuje szkodliwych dla środowiska czynników chłodniczych.

## CoolStream – jedna technologia, wiele rozwiązań

Firma Kingspan Light + Air Polska opracowała system wentylacji z funkcją chłodzenia adiabatyicznego, który może pracować w różnych trybach, począwszy od chłodzenia w okresie letnim, przez odzysk ciepła i uzdatnianie powietrza w okresach jesienno-wiosennych, aż po ogrzewanie i uzdatnianie powietrza zimą. Odpowiednio do potrzeb może dostarczać świeże powietrze, oczyszczać je, schładzać lub nawilżać i kształtować stabilny mikroklimat w hali.

W skład systemów chłodzenia mogą wchodzić samodzielne rooftopy CoolStream S, chłodnice wstępne dla central wentylacyjnych CoolStream V oraz kłapy żaluzjowe, tekstylne kanały nawiewne oraz układ sterowania. Dzięki tym elementom można dopasować system do potrzeb niemal każdego zakładu.

## Wymagające środowisko pracy



Niekiedy w zakładach kluczowe znaczenie dla całej produkcji ma odpowiednia wilgotność powietrza. Gdy panuje nie tylko zbyt wysoka temperatura, lecz także poziom wilgotności jest bardzo zmienny, może to wpływać negatywnie na jakość i ciągłość procesu.

W fabryce Smurfit Kappa w Pruszkowie produkcja tektury falistej z jednej strony wymaga odpowiednich warunków dla pracowników, zwłaszcza w sąsiedztwie urządzeń emitujących wysoką temperaturę, z drugiej zapewnienia stałej wilgotności, aby zapo-

biegać pękaniu tektury. Odpowiednio dobrany układ urządzeń CoolStream zapewnił warunki mikroklimatu optymalizujące proces produkcji i komfort pracy – przy temperaturze zewnętrznej 29°C uzyskano 26°C, a wilgotność powietrza ustabilizowano na poziomie 57%, ograniczając ryzyko pękania, tania czy odkształcania produktu.

## Gdy precyzja wymaga komfortu

W fabrykach praca wymaga skupienia i stabilnych warunków środowiskowych. Natomiast emitujące ciepło urządzenia, instalacje i ciągi technologiczne, a także duże przeszklenia powodują, że temperatura przekracza 30°C. W takich warunkach trudno o koncentrację, a ryzyko błędów i spadku wydajności znacząco rośnie zwłaszcza przy intensywnej pracy. System wentylacji CoolStream zainstalowany w dekoratorni szkła w fabryce w Działdowie umożliwił znaczną poprawę komfortu pracowników i jakości pracy.

## Kompleksowość rozwiązań

Istnieją też obiekty, w których pod jednym dachem mieszczą się różne działy produkcyjne, a każdy ma własne wymagania dla systemu wentylacji i warunków środowiska wewnętrznego. Zakład produkcyjny firmy Thule potrzebował rozwiązania, które będzie jednocześnie wydajne, elastyczne i ekonomiczne w utrzymaniu – a przy tym możliwe do wdrożenia na dużą skalę, w kilku halach o różnych funkcjach.

Dzięki zastosowaniu systemu CoolStream w spawalni świeże, chłodne powietrze nie tylko zapewnia komfort cieplny, ale też skutecznie usuwa powstające pyły i gazy. W dziele obróbki tworzyw sztucznych zapewniono stabilną temperaturę i wilgotność, eliminując wysokie zyski ciepła z linii produkcyjnej nawet w najgorętsze dni. Poprawiła się również jakość powietrza. W dziale montażu końcowego optymalna temperatura 23–25°C zapewnia wysoki komfort środowiska pracy dla pracowników wykonujących precyzyjne czynności.

## Przyjazny mikroklimat, pomimo fali upałów i wysokich zysków ciepła

Z problemem wysokiej temperatury, a zrazem niskiej wilgotności powietrza w hali borykała się pralnia przemysłowa CitoNet w Łodzi, która pracuje w trybie ciągłym i codziennie obsługuje duże ilości bielizny medycznej. Wysokie zyski ciepła generowane przez proces technologiczny sprawiały, że latem, przy temperaturach zewnętrznych dochodzących do 32°C, wewnątrz hali panowały warunki, które utrudniały pracę zarówno ludzi, jak i maszyn.



Układ mechanicznej wentylacji nawiewnej z systemem chłodzenia adiabatycznego CoolStream zainstalowany w pralni CitoNet pozwolił znacznie schłodzić powietrze nawiewane do ok. 20°C. Dzięki temu w hali panuje stabilny mikroklimat: komfortowa temperatura 26°C i 56% wilgotności. Dodatkowo koszty eksploatacji i serwisowania tego systemu wentylacji są pięciokrotnie niższe niż układu opartego na agregacie wody lodowej.

System CoolStream to technologia, która wprowadza do przemysłu ekonomiczną i bezpieczną alternatywę dla klasycznej klimatyzacji. Pokazuje, jak kształtować wysoką jakość środowiska wewnątrz hal przemysłowych niezbędną dla pracowników i prowadzonych procesów oraz chłodzić w sposób naturalny dla środowiska.

---

### Kingspan Light + Air Polska Sp. z o.o.

ul. Franciszka Klimczaka 1  
02-797 Warszawa  
+48 539 678 044  
info.klapl@kingspan.com





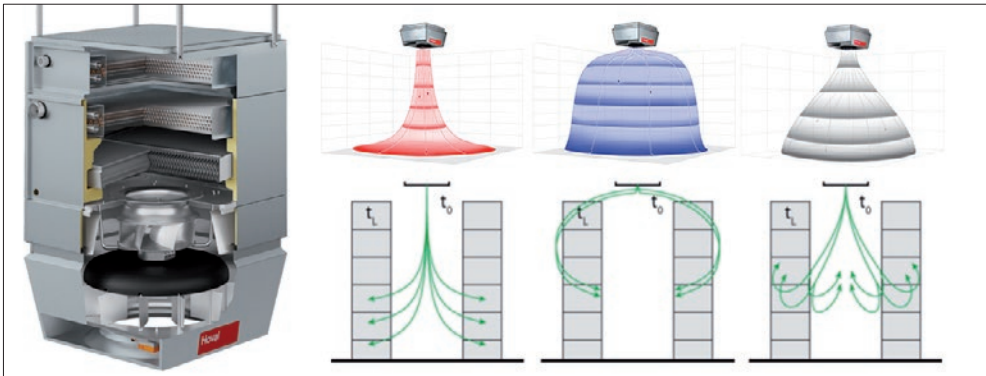
## Nowa generacja inteligentnych technologii HVAC – zdalne zarządzanie klimatem w hali

W nowoczesnych obiektach logistycznych i magazynowych utrzymanie oczekiwanych i stabilnych warunków klimatycznych ma bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo towarów, ciągłość procesów operacyjnych oraz komfort pracy zespołów. Tradycyjne rozwiązania, najczęściej oparte na centralach wentylacyjnych, są kosztowne w realizacji i eksploatacji, a ich skuteczność znacząco spada w zróżnicowanych warunkach temperaturowych i dużych kubaturach. W odpowiedzi na te ograniczenia coraz większą popularność zyskują zdecentralizowane systemy utrzymania klimatu wewnętrznego, oferujące wysoką elastyczność konfiguracji oraz możliwość precyzyjnego dopasowania do rzeczywistych potrzeb obiektu. Obecnie dominującym rozwiązaniem są systemy współpracujące bezpośrednio z pompami ciepła, zapewniające efektywną i stabilną pracę nawet przy temperaturach zewnętrznych sięgających  $-25^{\circ}\text{C}$ . Połączenie zdecentralizowanych jednostek HVAC z zaawansowanymi systemami zarządzania IoT, jak HovalSupervisor cloud, umożliwia pełną, zdalną kontrolę instalacji, precyzyjną regulację parametrów pracy oraz efektywne zarządzanie całym układem wentylacji i klimatyzacji – niezależnie od warunków zewnętrznych.

### Zdecentralizowany system klimatu wewnętrznego to indywidualne rozwiązanie, łatwy projekt i instalacja

Stratyfikacja temperatury jest kluczem do efektywnego zarządzania dużymi magazynami, zwłaszcza w branżach takich jak farmaceutyka czy przetwórstwo spożywcze, w których przechowywanie pro-





duktów wymaga stabilnych warunków temperaturowych. Oznacza równomierny rozkład powietrza na całej wysokości pomieszczenia, co zmniejsza różnice temperatur i tworzy spójny mikroklimat we wszystkich obszarach magazynu. Systemy niezapewniające dobrej stratyfikacji doprowadzają do powstawania zimnych i ciepłych warstw, które nie tylko zwiększają koszty energii, ale także pogarszają jakość produktów wymagających specjalnych warunków temperaturowych. Aby zapewnić odpowiedni rozkład temperatury, konieczne jest zastosowanie destratyfikatorów, które równomiernie rozprowadzają powietrze i utrzymują stabilną temperaturę na wszystkich poziomach składowania.

System Hoval stanowi kompletne rozwiązanie do ogrzewania, chłodzenia i wentylacji. Jest to grupa pojedynczych jednostek dachowych i poddachowych serii RoofVent® lub TopVent® połączonych ze sobą wspólnym sterownikiem systemowym. Zdecentralizowany system klimatu wewnętrznego wymaga bardzo niewiele komponentów do budowy i funkcjonowania, dzięki temu negatywne czynniki wpływające na jego działanie praktycznie nie istnieją. Prosty, wysokosprawny system umożliwia precyzyjną kontrolę temperatury i może być w pełni dostosowany do wymagań hali.

Urządzenia wentylacyjne RoofVent® oraz nawiewne i recyrkulacyjne TopVent® umożliwiają dostosowanie stref klimatycznych do konkretnych potrzeb danej hali. Mogą one działać zarówno w systemie, jak i indywidualnie, a ich modułowy charakter umożliwia dodawanie nowych komponentów lub rekonfigurację istniejących urządzeń. Każda z jednostek została zaprojektowana z myślą o łatwej integracji z konstrukcją dachową hal, dzięki czemu nie zabierają użytecznej przestrzeni od wewnątrz. Dystrybutor powietrza Air-Injector® zapewnia równomierny rozkład temperatury w całym pomieszczeniu, praktycznie eliminując rozwarstwienie temperatury. Ta opatentowana technologia jest wysoce energooszczędna i ogranicza straty energii, co zmniejsza koszty operacyjne hali. Biorąc pod uwagę wielkość pomieszczeń i długie okresy ogrzewania/wentylacji, efekty finansowe, zwłaszcza w dłuższej perspektywie czasowej, są znaczące.

Kluczowe cechy Air-Injector® w tym zakresie to:

- działanie według opatentowanej technologii, która umożliwia optymalną dystrybucję w dużych kubaturach typowych dla hal logistycznych czy produkcyjnych, oszczędzając zarówno koszty inwestycyjne, jak i bieżące koszty energii. Powietrze, rozprowadzane jest przez zawirowanie, dzięki czemu urządzenia posiadają tak daleki zasięg, zachowując przy tym niskie prędkości w strefie przebywania ludzi. Funkcja dotyczy pracy zarówno w trybie grzania jak i chłodzenia;
- eliminowanie poduszki powietrznej pod sufitem, a co za tym idzie zmniejszanie strat ciepła przez dach. Pozwala to uzyskać stratyfikację o 1°C na 10 m wysokości. Ciepłe powietrze dociera do obszaru roboczego niezależnie od tego, czy jednostki są zainstalowane na wysokości 10 czy 25 m, zapewniając jednolitą temperaturę i brak przeciągów w obszarze roboczym;



- ciepło i komfort są osiągnięte w strefie przebywania ludzi przy niskich prędkościach ruchu powietrza, dzięki algorytmowi sterowania śledzącemu parametry i dostosowującemu kąt łopatek.

Hoval oferuje niestandardowe rozwiązania dla każdej hali magazynowej, biorąc pod uwagę specyficzne wymagania konkretnego zastosowania. Zdecentralizowany system klimatu wewnętrznego składa się z samodzielnych jednostek dachowych TopVent® lub RoofVent®, z których każda jest podłączona do wysokowydajnej pompy ciepła (również zamontowanej na dachu) pozyskującej ok. 75% energii z otaczającego powietrza. Pozostałą część wymaganej energii można uzyskać w sposób samowystarczalny w połączeniu z systemami fotowoltaicznymi lub zieloną energią elektryczną – bez użycia paliw kopalnych i emisji CO<sub>2</sub>. Rozwiązania Hoval w zakresie jednostek TopVent® lub RoofVent® mogą być przystosowane również do systemu wodnego w funkcji grzania, lub grzania i chłodzenia w wersji zarówno dwu-, jak i czterorurowej. Ciepło do układu może być dostarczane z kondensacyjnego kotła gazowego UltraGas®2 lub pompy ciepła serii Belaria®. Sieć rur z każdej jednostki jest poprowadzona w taki sposób, aby uwalniać przestrzeń dla urządzeń, takich jak suwnice czy podnośniki, które działają w halach. Jeszcze inną opcją jest system hybrydowy z kotłem i pompą ciepła pracującymi w synchronizacji, dzięki wspólnemu systemowi sterowania TopTronic® E.

## Inteligentne systemy kontroli temperatury

System klimatu wewnętrznego Hoval wyposażony jest w inteligentny system kontroli temperatury TopTronic® C, który automatycznie dostosowuje moc grzewczą do potrzeb obiektu. Pozwala to optymalnie zarządzać ciepłem i obniżyć koszty ogrzewania oraz chłodzenia. Dzięki wstępnie zaprogramowanym interfejsom BacNet i ModBus system można łatwo zintegrować z istniejącą technologią zarządzania budynkiem. Dodatkowo każdy, kto chce w prosty sposób sterować lub monitorować swoją instalację online, może połączyć zarządzanie instalacją HVAC z HovalSupervisor cloud – to rozwiązanie zapewnia wysoką optymalizację oraz kompleksowe zarządzanie online wszystkimi procesami grzewczymi i wentylacyjnymi w hali, niezależnie od miejsca pobytu, dzięki czemu ewentualne nieprawidłowości są wykrywane wcześniej i można je szybko usunąć. HovalSupervisor cloud stanowi świetną alternatywę dla drogich układów BMS.

## Sterowanie i optymalizacja: rola HovalSupervisor cloud

Sam system HVAC to jedynie część rozwiązania. Kluczowym elementem do uzyskania wysokiej efektywności energetycznej i pełnej kontroli jest jego centralne (zdalne) sterowanie i monitorowanie. Tu wkracza HovalSupervisor cloud – profesjonalny system zdalnego sterowania i nadzoru dla rozwiązań HVAC.

Korzyści z zastosowania HovalSupervisor cloud:



- Zdalny dostęp i monitoring – system jest dostępny z dowolnego miejsca poprzez przeglądarkę internetową (komputer, tablet, smartfon), bez konieczności lokalnego serwera czy skomplikowanej infrastruktury IT.
- Intuicyjna wizualizacja i analityka – przedstawia w czasie rzeczywistym wszystkie kluczowe parametry pracy: temperatury, stany pracy urządzeń, dane historyczne oraz alarmy.
- Zarządzanie alarmami i raportowanie – automatyczne powiadomienia o nieprawidłowościach oraz generowane raporty w formacie PDF, które można dostosować do potrzeb odbiorcy.
- Optymalizacja energetyczna i predykcja – zaawansowane narzędzia wspierają sterowanie predykcyjne, redukując marnotrawstwo energii i minimalizując koszty eksploatacyjne.
- Wsparcie producenta i diagnostyka – poprzez chmurę centralny serwis lub wykonawca mogą uzyskać zdalny dostęp do systemu, co usprawnia diagnostykę i działania serwisowe.

Zastosowanie HovalSupervisor cloud przekłada się bezpośrednio na:

- niższe koszty energii – dzięki sterowaniu predykcyjnemu i analizie trendów,
- krótszy czas reakcji na usterki – alarmy i powiadomienia z wyprzedzeniem,
- mniejsze koszty serwisowe – dzięki zdalnemu dostępowi i diagnostyce,
- optymalną pracę jednostek HVAC – bez strat wynikających z nieefektywnej pracy sprzętu.

Połączenie systemów Hoval z inteligentnym sterowaniem HovalSupervisor cloud tworzy nowoczesny, efektywny i niezawodny system HVAC. Zapewnia to stałą i precyzyjną kontrolę klimatu, upraszcza obsługę i konserwację, redukuje koszty energii i awarii, dostarcza dane w czasie rzeczywistym i narzędzia analityczne.

Dzięki temu hale przemysłowe i magazynowe zyskują maksymalną wydajność operacyjną oraz przewidywalne warunki pracy, niezależnie od warunków zewnętrznych czy zmian obciążenia.



**Hoval Sp. z o.o.**  
62-002 Suchy Las, Złotniki, ul. Krzemowa 1  
tel. +48 61 659 38 10  
info.pl@hoval.com, www.hoval.pl

**Hoval**

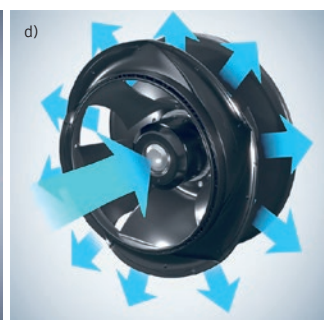
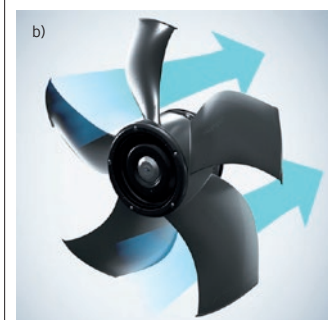
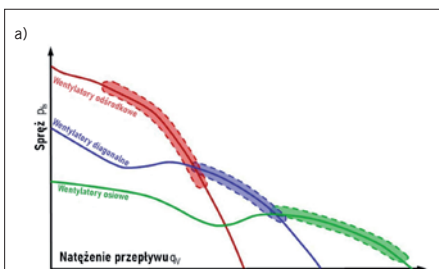
## Wentylatory do zadań specjalnych

W przemyśle stosuje się wentylatory, które służą nie tylko do wentylacji ogólnej, ale dzięki zaawansowanym konstrukcjom i odpowiedniemu wykonaniu mogą realizować także „zadania specjalne” zwiększające bezpieczeństwo i stabilność pracy. Wentylatory takie są wykorzystywane np. do wentylacji pomieszczeń zagrożonych wybuchem, odprowadzania substancji niebezpiecznych o charakterze żrącym lub korozyjnym czy do odpalania.

Wentylatory w wykonaniu przeciwwybuchowym i wentylatory chemoodporne często występują jako dachowe lub kanałowe. Wentylatory dachowe wykonuje się najczęściej jako osiowe, a kanałowe – jako promieniowe (odśrodkowe). Wybór rodzaju wentylatora (osiowy, diagonalny czy promieniowy) zależy przede wszystkim od ciśnienia, które dane urządzenie ma pokonać.

W przypadku wentylatora osiowego łopatki nadają skierowanej osiowo strudze powietrza kształt spiralny, dzięki czemu rośnie ciśnienie całkowite. Im wyższe wymagane ciśnienie, tym

większy musi być kąt napływu na łopatki, co jednak ma naturalne ograniczenia – przy zbyt dużym kącie pogarszają się warunki przepływu i zwiększa się emisja dźwięku. Siła odśrodkowa wynikająca z ruchu wirnika (i obecna niezależnie od rodzaju wentylatora) ma coraz większy wpływ na strugę powietrza – powyżej jej określonej wartości w wentylatorze osiowym następuje recyrkulacja powietrza blokująca właściwy ruch strugi.



Rys. 1. Zastosowanie wentylatorów w przemyśle w zależności od zasady ich działania: a) zakresy stosowania, b) wentylator osiowy (za ustawienie spiralnego kierunku strugi powietrza odpowiadają łopatki), c) wentylator diagonalny (wlot jak w wentylatorze osiowym, wylot skośny), d) wentylator promieniowy (odśrodkowy) – za ruch powietrza odpowiada przede wszystkim siła odśrodkowa powodowana przez ruch obrotowy wirnika

Źródło: ebm-papst [1]

**Tabela 1.** Strefy zagrożone wybuchem [2]

Palne gazy i ciecze	Pyły, proszki, włókna
STREFA 0	STREFA 20
przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę z powietrzem substancji palnych w postaci gazów, par, mgieł występuje stale, często lub przez długie okresy	przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu występuje stale, często lub przez długie okresy
STREFA 1	STREFA 21
przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę z powietrzem substancji palnych w postaci gazów, par, mgieł może czasami wystąpić w trakcie normalnego działania	przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu może czasami wystąpić w trakcie normalnego działania
STREFA 2	STREFA 22
przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę z powietrzem substancji palnych w postaci gazów, par, mgieł nie występuje w trakcie normalnego działania, a w przypadku wystąpienia utrzymuje się przez krótki okres	przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu nie występuje w trakcie normalnego działania, a w przypadku wystąpienia utrzymuje się przez krótki okres

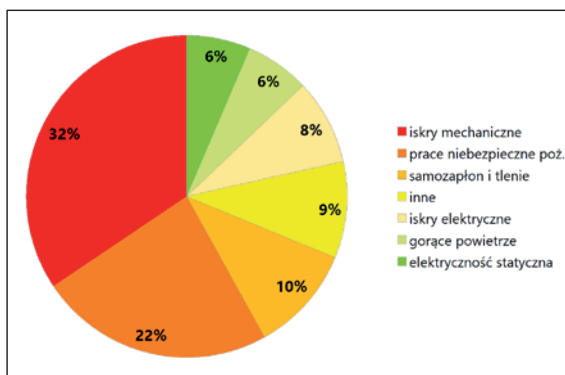
Z kolei w wentylatorach odśrodkowych (promieniowych) siła odśrodkowa związana z ruchem obrotowym wirnika jest wykorzystywana jako główny mechanizm umożliwiający uzyskanie odpowiednio wysokiego sprężu. Przy porównywalnych prędkościach obrotowych i wymiarach zewnętrznych urządzeń wentylatory osiowe sprawdzają się zatem w wysokich natężeniach przepływu i przy niskim wymaganym ciśnieniu, a wentylatory odśrodkowe – w przypadku niższych natężeń przepływu, ale przy wyższym wymaganym ciśnieniu [1].

## Ochrona pomieszczeń zagrożonych wybuchem

Odpowiednio wykonanej wentylacji wymagają pomieszczenia zagrożone wybuchem, czyli takie, w których *może się wytworzyć mieszanina wybuchowa powstała z wydzielającej się takiej ilości palnych gazów, par, mgieł lub pyłów, której wybuch mógłby spowodować przyrost ciśnienia w tym pomieszczeniu przekraczający 5 kPa* [2].

Zgodnie z rozporządzeniem w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy [3], miejsca pracy, na których mogą wystąpić atmosfery wybuchowe, klasyfikuje się z uwzględnieniem podziału na strefy zagrożenia wybuchem, stosując w nich odpowiednie środki zapobiegawcze (por. **tabela 1**).

Przepisy wymagają, aby w pierwszej kolejności **zapobiegać tworzeniu się atmosfery wybuchowej**. Jednym ze sposobów jest zapewnienie, by uwolnione palne gazy, pary, mgły lub pyły, które mogą spowodować zagrożenie wybuchem [...] *były kierowane lub usuwane w bezpieczne miejsca* [2] za pomocą skutecznej wentylacji. Z kolei rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, wymaga awaryjnej wentylacji



**Rys. 2.** Najczęściej występujące w przemyśle źródła zapłonu [7]

Silniki zabezpieczone są termicznie przed przegrzaniem. Mogą się cechować budową wzmocnioną (oznaczenie „e”) zapewniającą brak łuku elektrycznego, iskier i gorących powierzchni, wykonaniem iskrobezpiecznym (oznaczenie „i”) lub ochroną przed iskrzeniem (oznaczenie „n”, np. nA – zapobieganie wystąpieniu łuków oraz iskier elektrostatycznych zdolnych do zapłonu atmosfery w trakcie normalnego użytkowania). Konieczne jest także odpowiednie uziemienie.

Wirniki i obudowy wentylatorów

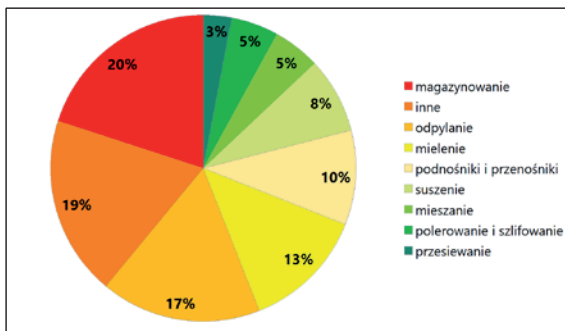
przeciwwybuchowych wykonuje się z blachy ocynkowanej lub z antystatycznego tworzywa sztucznego – kompozytów poliestrowo-szklanych, kompozytów winyloestrowo-szklanych czy poliamidu antystatycznego. Do produkcji uszczelnień, izolacji obudowy, dysz czy kołnierza stosuje się miedź i mosiądz. Konieczna jest także ochrona przed drganiami, m.in. poprzez zastosowanie odpowiedniej wibroizolacji, oraz właściwa szczelność obudowy (IP44 lub IP54). W niektórych wrażliwych zastosowaniach warto zapewnić monitoring temperatury łożysk lub łożyska chłodzone. Wentylatory należące do grupy III muszą być odporne na ścieranie i osadzanie pyłów (sprawdzą się tu np. wentylatory promieniowe niskoobrotowe).

Do obsługi pomieszczeń w budynkach przemysłowych innych niż górnicze należy stosować urządzenia z **grupy II**, a w przypadku pomieszczeń zapylnych – z **grupy III**, zgodnie z normami PN-EN 11271 [8], PN-EN ISO 80079-36 i PN-EN ISO 80079-37 [9, 10]. W grupie II wyznaczono kategorie urządzeń mówiące o stopniu zabezpieczenia:

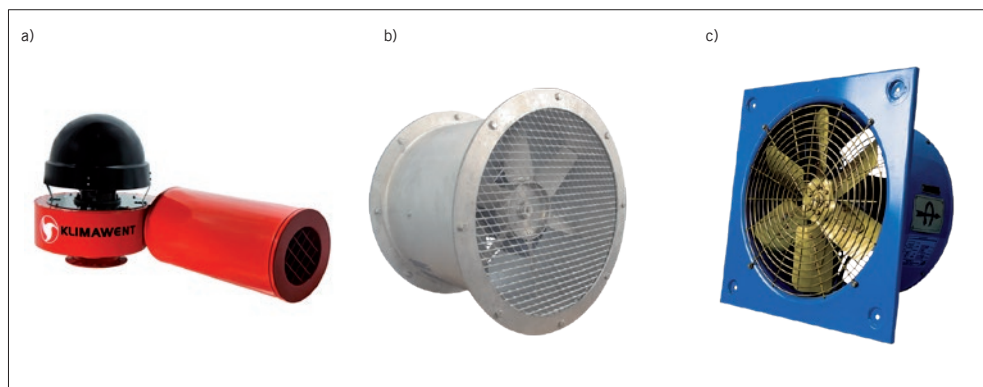
- kategoria 1 określa urządzenia o wysokim stopniu zabezpieczenia (co najmniej dwa elementy zabezpieczające);
- kategoria 2 – urządzenia o wysokim stopniu zabezpieczenia do pracy normalnej w atmosferze, w której istnieje duże prawdopodobieństwo powstania atmosfery wybuchowej;
- kategoria 3 odnosi się do urządzeń o normalnym poziomie zabezpieczenia w warunkach małego prawdopodobieństwa wystąpienia atmosfery wybuchowej. W pomieszczeniach zagrożonych wybuchem należy stosować urządzenia kategorii 1 lub 2 [6].

W grupie II i III wyznacza się podgrupy wybuchowości atmosfery, w której może pracować dany wentylator. W przypadku gazów są one wyznaczane ze względu na charakterystykę substancji reprezentatywnej (IIA – grupa propanowa, IIB – grupa etylenowa, IIC – grupa wodorowa). Natomiast w przypadku pyłów wyróżnia się podgrupy: IIIA (mieszanka drobnych cząstek zawierająca lotne włókna palne), IIIB (pyły nieprzewodzące), IIIC (pyły przewodzące). Podgrupy wybuchowości pomagają prawidłowo dobrać klasę temperaturową wentylatora, która odnosi się do maksymalnej dopuszczalnej temperatury na powierzchni urządzenia. Najniższa temperatura samozapłonu mieszaniny wybuchowej musi być wyższa od maksymalnej dopuszczalnej temperatury na powierzchni urządzenia.

Wentylatory w wykonaniu Ex zapewniają efektywną cyrkulację powietrza z wydajnością wyższą niż w przypadku pomieszczeń bytowych, co pozwala odprowadzić palne substancje niebezpieczne poza strefę pracy. Aby wentylatory zachowały żywotność i bezawaryjność, nie powinny mieć styczności z oparami żrącymi lub lepkimi. Jednocześnie zależnie od rodzaju powstających substancji palnych może zaistnieć konieczność stosowania wysoce wyspecjalizowanych urządzeń, np. wentylator przeciwwybuchowy w wykonaniu chemoodpornym – w przypadku niskiego sprężu sprawdzają się wentylatory z tworzyw sztucznych, a w przypadku wysokiego sprężu ze stali nierdzewnej.



Rys. 3. Rodzaje działalności w zakładach przemysłowych, w wyniku których dochodzi do wybuchu pyłów [7]



**Fot. 1.** Przykłady wentylatorów w wykonaniu przeciwybuchowym: a) dachowy z poziomym wyrzutem powietrza (źródło: Klimawent), b) osiowy kanałowy (źródło: DAT Wentylatory), c) osiowy (źródło: Konwektor)

wywiewnej dla pomieszczeń zagrożonych wybuchem – należy zastosować *wentylację wywiewną, uruchamianą od wewnątrz i z zewnątrz pomieszczenia, zapewniającą wymianę powietrza dostosowaną do jego przeznaczenia, zgodnie z przepisami o bezpieczeństwie i higienie pracy* [4]. Do usuwania takich substancji należy stosować **wentylatory przeciwybuchowe** (ze znakiem Ex), wykonane zgodnie z zapisami normy PN-EN 14986 *Projektowanie wentylatorów pracujących w atmosferach potencjalnie wybuchowych* [5]. Praca takiego wentylatora musi zapewnić bezpieczne odprowadzenie substancji palnych – tak, aby nie powstały warunki umożliwiający zapłon. Zgodnie z dyrektywą ATEX wentylatory takie traktowane są jako urządzenia nieelektryczne zespalone z urządzeniami elektrycznymi (silnikami), co oznacza konieczność stosowania zarówno zabezpieczeń silników, jak i części nieelektrycznych (wirnik i obudowa) [6]. Wykonanie wentylatorów przeciwybuchowych musi zapewniać zabezpieczenie przed powstawaniem iskier (wyładowań elektrycznych) i lokalnych wzrostów temperatury zarówno w normalnym, jak i awaryjnym trybie pracy.

**Tabela 2.** Przykład oznaczenia wentylatora przeciwybuchowego

Oznaczenie	Cecha/właściwość	Znaczenie w przykładzie
II	grupa urządzenia	do stosowania w miejscach zagrożonych wybuchem, innych niż obiekty górnicze
2	kategoria (obecność przestrzeni zagrożonych wybuchem)	urządzenia zapewniające wysoki poziom zabezpieczenia do pracy w strefach 1 lub 2, 21 albo 22
G	typ atmosfery	atmosfera zagrożona wybuchem gazów, par, mgieł
c	rodzaj ochrony przed źródłem zapłonu	bezpieczeństwo konstrukcyjne
Ex	znak urządzenia elektrycznego przeciwybuchowego skonstruowanego i przebadanego zgodnie z normami europejskimi	
e	ochrona silnika	budowa wzmocniona
II	podgrupa wybuchowości	przywołanie całej grupy oznacza zastosowanie do wszystkich podgrup
T3	klasa temperaturowa urządzenia (najwyższa możliwa temperatura powierzchni)	temperatura powierzchni do 200°C



Fot. 2. Przykłady zastosowań elementów systemów wentylacji chemooodpornej: a) instalacja na dachu fabryki kosmetyków, b) wentylator chemooodporny i kanały okrągłe chemooodporne w kompostowni Źródło: Chemowent

### Wentylatory chemooodporne

Wentylatory chemooodporne przeznaczone są do stosowania w obiektach i procesach przemysłowo-produkcyjnych, w których mogą się pojawić zanieczyszczenia agresywne chemicznie: m.in. galwanizernie, lakiernie, wytrawialnie; kompostownie i oczyszczalnie ścieków; magazyny chemiczne i pomieszczenia chemikaliów. Znajdują zastosowanie m.in. w instalacji odciągów agresywnych oparów i gazów, a występują jako wentylatory promieniowe i dachowe (często pojawia się także konieczność zastosowania urządzeń w wykonaniu przeciwybuchowym).

W wentylatorze chemooodpornym specjalne wykonanie powinno obejmować **wszystkie elementy zaprojektowane pod kątem kontaktu z agresywną substancją**: wirnik wraz z łopatkami i korpus. Wykonuje się je np. ze stali nierdzewnej lub odpowiedniego tworzywa sztucznego, także kompozytowego (laminatu). Konieczne jest także zabezpieczenie silnika – hermetyczne uszczelnienie wału czy szczelna i wytrzymała obudowa silnika.

Wentylatory chemooodporne muszą być odpowiednio wydajne, ale powinien je wyróżniać także wysoki spręż. Dzięki temu możliwe będzie skuteczne usuwanie nie tylko gazów, ale też pyłów czy większych substancji stałych zawieszonych w powietrzu.

Wentylator chemooodporny musi współpracować z odpowiednią pod względem materiałowym kanałową instalacją wentylacyjną. Instalacje wentylacji chemooodpornej wykonuje się ze stali ocynkowanej lub kwasoodpornej, a także z tworzyw sztucznych. Na rynku dostępne są specjalistyczne systemy wentylacyjne z tworzyw sztucznych (kanały okrągłe i prostokątne, kształtki, akcesoria, w skład takich systemów wchodzi często także odpowiednie wentylatory). Rodzaj zastosowanego tworzywa sztucznego powinien być odpowiedni dla danej inwestycji – należy uwzględnić m.in. środowisko chemiczne (zarówno rodzaj, jak i stężenia występujących substancji) i zakres temperatury pracy, obecność stref zagrożonych wybuchem, lokalizację (instalacja na zewnątrz/wewnątrz) oraz wymagania prawne lub branżowe. Wśród rozwiązań rynkowych, różniących się takimi cechami jak odporność chemiczna i na promieniowanie UV, przewodność elektryczna, palność czy gęstość, znaleźć można systemy wykonane z następujących materiałów:

- **PVC** (polichlorek winylu) wyróżniający się szczególną odpornością na kwasy czy tlenki (wodorotlenki metali) oraz wysoką tolerancją na niską temperaturę;
- **PP** (polipropylen) o szczególnej odporności na alkohole i rozpuszczalniki;
- **PPs** (polipropylen trudnozapałny) cechujący się wysoką odpornością na temperaturę (od 0 do 90°C), dużą twardością powierzchniową i dobrymi właściwościami izolacyjnymi. Nadaje się do stosowania wewnątrz obiektów (nie jest odporny na promienie UV);

SYSTEMY WENTYLACYJNE // PRZEMYSŁ CHEMICZNY

# KOMPLETNA WENTYLACJA CHEMOODPORA

Od kanału po wentylator.



Kompletne instalacje z chemooodpornych tworzyw sztucznych.  
Kanały, kształtki i elementy do pracy z agresywnymi oparami i gazami.

## WENTYLATORY CHEMOODPORNE

Wykonanie z polipropylenu (PP, PPs).

Wersje promieniowe i dachowe.

Dobór do wymaganej wydajności i sprężu.

### STANDARDOWE

Efektywność kosztowa

### EC

Niższe koszty energii

### WERSJE ATEX

Bezpieczeństwo w strefach EX

## ZASTOSOWANIA:

Hale produkcyjne · Galwanizownie · Lakiernie · Laboratoria · Oczyszczalnie · Zakłady chemiczne

# CHEMOWENT

Zapytaj o dobór i wycenę systemu

Produkcja i dostawy wentylacji chemooodpornej.

tel. 510 176 220, 74 841 55 19 e-mail: info@chemowent.pl www.chemowent.pl



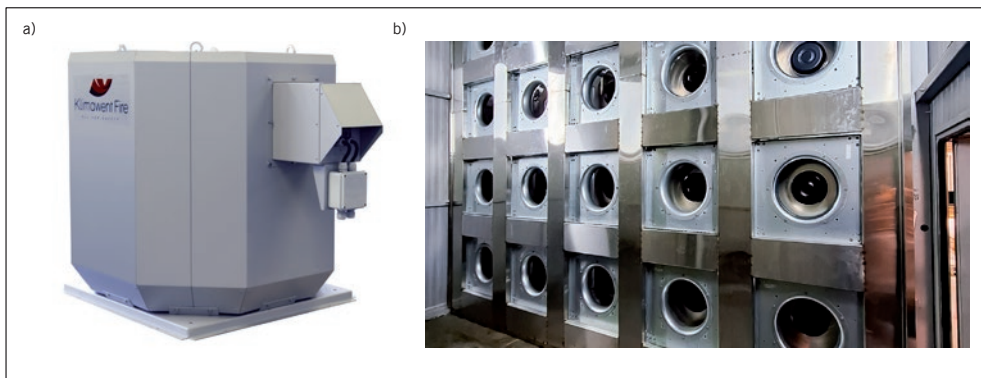
Fot. 3. Przykłady wentylatorów przemysłowych zaprojektowanych i wykonanych do konkretnych zastosowań (źródło: Megaflo)w)

- **PP-EL-s** (polipropylen trudnozapalny statyzowany) mający dodatkową zdolność odprowadzania ładunków elektrostatycznych dzięki wzbogaceniu struktury specjalnymi, przewodzącymi cząsteczkami. Nadaje się do zastosowań w pomieszczeniach zabezpieczonych przed wybuchem;
- **PE** (polietylen) odpowiedni szczególnie do instalacji zewnętrznych ze względu na dużą tolerancję na niską temperaturę (temperatura robocza zaczyna się nawet od  $-50^{\circ}\text{C}$ ) oraz odporność na oddziaływanie promieni UV.

### Wentylatory przeznaczone do odpylania

Odpylanie w przemyśle stosowane jest zarówno do ochrony zdrowia pracowników na stanowiskach narażonych na emisję pyłów, włókien i cząstek drobnych (np. spawanie, cięcie, pitowanie, szlifowanie, piaskowanie), jak i w kontekście ochrony środowiska – m.in. w energetyce czy cementowniach, a także w licznych gałęziach przemysłu: drzewnym, papierniczym, chemicznym, spożywczym (szczególnie produkcja pieczywa ze względu na pyły z mąki) czy przetwórstwa tworzyw sztucznych. Ramiona odciągowe i odciągi stanowiskowe, stosowane bezpośrednio przy urządzeniach takich jak np. obrabiarki i przy innych źródłach pyłów, odpowiadają za usunięcie i bezpieczne odprowadzenie wytwarzanych substancji, zanim dotrą one do układu oddechowego pracownika. Natomiast cyklony, odpylacze tkaninowe czy elektrofiltry stosowane są jako urządzenia chroniące przed emisją pyłów z produkcji do powietrza atmosferycznego. Podstawą prawidłowego działania tych urządzeń są odpowiednie wentylatory.

**Wentylatory transportowe** przystosowane są do transportu mieszaniny powietrza i pyłu, najczęściej o zagęszczeniu do ok.  $50\text{ g/m}^3$ . Wirniki wykonane są jako otwarte (samoczyszczące) ze stali o podwyższonej wytrzymałości na zginanie i większej grubości – zapobiega to odkształcaniu topa-



Fot. 4. Przykłady wentylatorów przemysłowych: a) wentylator do odprowadzania gorącego powietrza, gazów i pyłów (źródło: Klimowent), b) ściana wentylatorów w lakierni fabryki samochodów (źródło: ebm-papst)

## Grupa Wentylatorowa

41-400 Mysłowice  
Prusa 31  
Produkcja/magazyn  
41-403 Chełm Śląski  
Bukowa 14

### Wentylatory i wirniki promieniowe

sprzedaz@megafLOW.pl  
+48 663 100 138  
+48 663 100 554  
www.megafLOW.pl

### Wentylatory osiowe

biuro@milowent.com  
+48 508 749 626  
+48 695 092 784  
www.milowent.com

### Wirniki osiowe

biuro@wingfan.pl  
+48 695 092 784  
www.wingfan.pl

# GRUPA

# WENTYLATOROWA

## Jedna grupa – spójny proces realizacji!

Połączenie kompetencji firm Milowent S.C., WingFan Poland SPJ. oraz MegafLOW Sp. z o.o. pozwala realizować projekty:

- dla instalacji wentylacyjnych i procesowych,
- dla systemów chłodzenia maszyn i urządzeń,
- dla modernizacji oraz nowych inwestycji przemysłowych.

Od projektu wirnika, przez wykonanie konstrukcji, aż po gotowy wentylator przemysłowy – w ramach jednej grupy i jednego zarządu.

Rozwiązania projektowane i produkowane w Polsce.



### MILOWENT S.C.

Producent wentylatorów osiowych i kanałowych, przeznaczonych do zastosowań przemysłowych oraz instalacyjnych. Oferta firmy obejmuje urządzenia wykorzystywane m.in. w instalacjach wentylacji mechanicznej, systemach technologicznych oraz instalacjach odciągowych, z możliwością dopasowania parametrów do wymagań konkretnego projektu.



### WINGFAN POLAND SPJ.

Spółka specjalizująca się w produkcji wirników do rozwiązań wentylacyjnych i systemów chłodzenia. Oferta obejmuje wirniki oraz rozwiązania dedykowane do systemów wentylacyjnych oraz układów chłodzenia, maszyn i urządzeń.



### MEGAFLOW Sp. z o.o.

Firma specjalizuje się w produkcji i sprzedaży wentylatorów oraz innych elementów instalacji przemysłowych. Nasze urządzenia wyróżniają się wysoką sprawnością energetyczną, która w połączeniu z nowoczesną konstrukcją umożliwia ich szerokie zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu.



Zaplecze produkcyjne grupy obejmuje kompleksową obróbkę oraz wytwarzanie elementów metalowych i komponentów stosowanych w urządzeniach oraz instalacjach przemysłowych, wykorzystywanych w realizacjach wentylacyjnych i technologicznych.

Dobór odpowiednich rozwiązań opieramy na wieloletnim doświadczeniu inżynierskim i handlowym, co pozwala nam skutecznie odpowiadać na indywidualne potrzeby klientów.

tek, co wpływa pozytywnie na trwałość łożysk silnika. Kształt, wielkość, ułożenie i powłoki łopatek wentylatorów odpylających zabezpieczają przed nadmiernym przywieraniem transportowanego pyłu do wirnika. W zależności od konkretnego zastosowania (głównym czynnikiem są tu opory przepływu na filtrach stosowanych w instalacji odpylania) jako wentylatory odpylające stosowane są urządzenia o różnych sprężach: niskociśnieniowe, średnio- oraz wysokociśnieniowe. Sprawności wentylatorów odpylających (zależnie od modelu) dzięki ich odpowiedniej konstrukcji mogą znacznie przekraczać 80%.

W przypadku pyłów palnych – charakterystycznych np. dla przemysłu drzewnego – konieczne jest zastosowanie wentylatora w wykonaniu przeciwwybuchowym. Z kolei moduły filtracyjne dużych odpylaczy wymagają regularnego czyszczenia tkanin filtracyjnych ze zgromadzonych pyłów – tę funkcję pełnią tzw. **wentylatory regeneracyjne**, uruchamiane po zakończeniu odpylania lub w trakcie normalnej pracy odpylacza. Wentylator regeneracyjny tłoczy czyste powietrze w kierunku przeciwnym do kierunku odpylania, powodując zrzucenie zebranego pyłu do leja zasypowego (stamtąd pył usuwany jest przez system przenośnika).

### Inne wentylatory przemysłowe

Wentylatory określane jako przemysłowe stosowane są także m.in. do: kontroli temperatury i wilgotności w magazynach i halach produkcyjnych przemysłu spożywczego; chłodzenia turbin i reaktorów w energetyce; tłoczenia powietrza gorącego (np. modułowe wentylatory promieniowe, dla których temperatura medium może wynosić 350°C, a nawet więcej) czy kontroli procesów lakierniczych (np. w motoryzacji) poprzez umożliwienie szybkiego schnięcia powłok i ich ochrony przed kurzem i zanieczyszczeniami. Występują w różnych wykonaniach i wielkościach, zapewniając szeroki zakres natężenia przepływu i sprężu – często są to rozwiązania modułowe, które można dopasować do dowolnych zastosowań.

### Literatura

1. *Axial, diagonal, centrifugal: which fan fits which application?*, [https://mag.ebmpapst.com/en/insights/axial-diagonal-centrifugal\\_2447/](https://mag.ebmpapst.com/en/insights/axial-diagonal-centrifugal_2447/) (dostęp: 5.02.2026)
2. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (t.j. Dz.U. 2023, poz. 822)
3. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 8 lipca 2010 r. w sprawie minimalnych wymagań, dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej (Dz.U. 2010, nr 138, poz. 931)
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (t.j. Dz.U. 2022, poz. 1225)
5. PN-EN 14986 *Projektowanie wentylatorów pracujących w atmosferach potencjalnie wybuchowych*
6. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/34/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej (wersja przekształcona) (Dz.Ur. UE 2014, L 96/309)
7. Hazex, Grupa Wolff, *Jak dostosować zakład przemysłowy lub instalację do dyrektywy ATEX*, <https://www.hazex.eu/przewodnik-jak-dostosowac-urządzenie-instalacje-lub-zaklad-produkcyjny-do-dyrektywy-atex/> (dostęp: 5.02.2026)
8. PN-EN 1127-1:2019-10 *Atmosfery wybuchowe. Zapobieganie wybuchowi i ochrona przed wybuchem. Część 1: Pojęcia podstawowe i metodyka*
9. PN-EN ISO 80079-36:2016-07 *Atmosfery wybuchowe. Część 36: Urządzenia nieelektryczne do atmosfer wybuchowych. Metodyka i wymagania*
10. PN-EN ISO 80079-37:2016-07 *Atmosfery wybuchowe. Część 37: Urządzenia nieelektryczne do atmosfer wybuchowych. Rodzaj zabezpieczenia nieelektrycznego: bezpieczeństwo konstrukcyjne „c”, nadzorowanie źródeł zapłonu „b”, zanurzenie w cieczy „k”*

# ASTAT

## Zredukuj opłaty za moc bierną

z wykorzystaniem  
kompensatorów ASTec



### SVG ASTec

Statyczne generatory mocy biernej SVG ASTec pozwalają na kompensację mocy biernej indukcyjnej i pojemnościowej w jednym urządzeniu. Równocześnie zapewniają kompensację w przypadku wystąpienia asymetrii obciążenia, gdzie kompensacja każdej z faz realizowana jest niezależnie. Wykonują swoje zadania w instalacjach wyposażonych w źródła fotowoltaiczne, czyli przy poborze i oddawaniu energii do sieci.

**Dzięki wbudowanemu portowi komunikacyjnemu RS485 możliwy jest zdalny odczyt wartości pomiarowych z wykorzystaniem protokołu Modbus RTU.**

### INFORMACJE OGÓLNE:

- układ przeznaczony do pracy w instalacjach 230 / 400 V,
- moc kompensatora: 3, 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150 kVAR,
- możliwość łączenia wielu modułów równolegle w celu uzyskania wyższych mocy,
- kompensacja mocy biernej indukcyjnej i pojemnościowej,
- specjalne wykonanie dla mocy 10 kVAR oraz 20 kVAR z chłodzeniem pasywnym, o niskim poziomie hałasu,
- specjalne wykonanie szeregowo dla mocy 3 kVAR oraz 5 kVAR z wbudowanym układem pomiarowym.

 oferty.eijee@astat.pl

 www.astat.pl

Odwiedź  
naszą stronę



# Gazy niebezpieczne w zakładach przemysłowych

W wielu procesach przemysłowych dochodzi do powstawania gazów wybuchowych, toksycznych lub powodujących obniżenie zawartości tlenu w powietrzu. W pomieszczeniach, w których występuje takie ryzyko, konieczna jest ochrona pracowników przed bezpośrednim zagrożeniem zdrowia i życia. Za systemową ochronę odpowiada system detekcji.

W zakładzie przemysłowym system detekcji powinien łączyć urządzenia wykrywające niebezpieczeństwo (przenośne i stacjonarne), system powiadamiania pracowników i służb oraz system wykonawczy (wentylacja sterowana przez sygnały z czujników lub centrali sterującej). Dobrze pomyślany system, wraz z odpowiednimi procedurami, może być skuteczną ochroną przed bezpośrednim zagrożeniem zdrowia i życia. Wpływa także na bezpieczeństwo i stabilność realizowanych procesów.

## Gazy niebezpieczne – ocena szkodliwości i występowanie

W zakładach przemysłowych główne zagrożenie stanowią gazy toksyczne, gazy wybuchowe oraz gazy wypierające tlen z powietrza.

Rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [1] określa najwyższe dopuszczalne stężenia substancji **toksycznych** [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ] oraz wymaga ich monitorowania i rejestrowania.

Najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe (NDSCh) to wartość średnia stężenia, które nie powinno spowodować ujemnych zmian w stanie zdrowia pracownika, jeżeli występuje w środowisku pracy nie dłużej niż 15 minut i nie częściej niż dwa razy w czasie zmiany roboczej, w odstępie czasu nie krótszym niż 1 godzina.

Najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS) to średnie ważne stężenie, którego oddziaływanie na pracownika w ciągu 8-godzinnego dobowego i 40-godzinnego tygodniowego czasu pracy przez okres jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń.

W przypadku **gazów wybuchowych** punktem odniesienia jest dolna granica wybuchowości (DGW), czyli stężenie gazu w powietrzu, powyżej którego może on stworzyć atmosferę wybuchową oraz ulec zapłonowi i wybuchowi pod wpływem czynnika inicjującego, określana także jako dolna granica palności (DPP lub częścię LFI, ang. Low Flammability Level).

Wśród występujących w przemyśle zanieczyszczeń gazowych wysokie ryzyko niosą m.in. [2–4]:



Fot. 1. Przenośny detektor wielogazowy  
Źródło: Draeger

# BEZPIECZNE HALE MAGAZYNOWE I FABRYCZNE



**ZAGROŻENIE GAZOWE  
OPUŚCIĆ HAŁĘ!**

DETEKCJA GAZÓW  
TOKSYCZNYCH  
I WYBUCHOWYCH



Przedsiębiorstwo Wdrożeniowe  
Pro-Service® Sp. z o.o.  
Os. Złotej Jesieni 4, 31-826 Kraków  
tel. 12 425 90 90

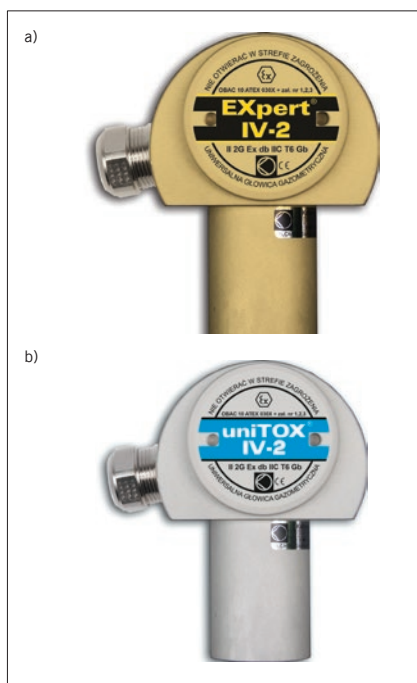
[www.alarmgas.com](http://www.alarmgas.com)

- siarkowodór ( $H_2S$ ) – gaz silnie toksyczny (NDS:  $7\text{ mg/m}^3$  i NDSch:  $14\text{ mg/m}^3$ ) i cięższy od powietrza, a przez to zalegający w studzienkach i zagłębieniach lub niżej położonych częściach pomieszczeń;
- amoniak ( $NH_3$ ) – gaz toksyczny (NDS:  $14\text{ mg/m}^3 \approx 20\text{ ppm}$ , NDSch:  $28\text{ mg/m}^3 \approx 40\text{ ppm}$ ) i wybuchowy (DGW: 15% = 150 000 ppm, GGW: 33,6% = 336 000 ppm);
- chlor ( $Cl_2$ ) – gaz o wysokiej toksyczności (NDS:  $0,7\text{ mg/m}^3 \approx 0,24\text{ ppm}$ , NDSch:  $1,5\text{ mg/m}^3 \approx 0,51\text{ ppm}$ ), cięższy od powietrza;
- metan ( $CH_4$ ) – lżejszy od powietrza i bezwonne gaz mogący tworzyć mieszaninę wybuchową z powietrzem, a w wysokich stężeniach powodujący wypieranie tlenu;
- ditlenek (dwutlenek) węgla ( $CO_2$ ) – nietoksyczny bezwonne gaz cięższy od powietrza, a przez to wypierający tlen;
- tlenek węgla (CO) – gaz łatwopalny, bezwonne i silnie toksyczny (NDS:  $23\text{ mg/m}^3 \approx 20\text{ ppm}$ , NDSch:  $117\text{ mg/m}^3 \approx 100\text{ ppm}$ ), nieco lżejszy od powietrza – gęstość w stosunku do powietrza to 0,967 przy temperaturze  $20^\circ C$  i ciśnieniu atmosferycznym;
- etylen ( $C_2H_4$ ) – gaz wybuchowy i łatwopalny, w wysokich stężeniach działa dusząco i powoduje wypieranie tlenu, naturalnie wydzielany przez owoce i warzywa w magazynach i przechowalniach i zwiększający ryzyko ich zepsucia;
- tlenek etylenu ( $C_2H_4O$ ) i ozon ( $O_3$ ) – gazy używane m.in. do dezynfekcji i sterylizacji sprzętu medycznego i innych narzędzi wymagających sterylnej czystości (NDS  $C_2H_4O$ :  $1\text{ mg/m}^3 = 0,55\text{ ppm}$ ; NDS  $O_3$ :  $150\text{ }\mu\text{g/m}^3 = 0,24\text{ ppm}$ ).

W wielu przypadkach należy monitorować także poziom tlenu ( $O_2$ ) – niektóre z opisanych gazów powodują wypieranie tlenu z powietrza, co skutkuje obniżeniem jego ciśnienia cząstkowego. Prowadzi to do hipoksemii (zbyt niskie stężenie tlenu we krwi) i hipoksji (za niskie stężenie tlenu w komórkach organizmu), określanych także jako niedotlenienie, stanowiące poważne zagrożenie dla zdrowia. Prawo wymaga, by prace konserwacyjne i naprawcze instalacji do produkcji gazów i napełniania zbiorników gazami prowadzić tylko wtedy, kiedy stężenie tlenu w powietrzu nie jest mniejsze niż 18% i nie przekracza 22,5% objętości [5].



Fot. 2. Przechowalnia owoców, szczególnie jabłek, wymagają odpowiedniej wentylacji i detekcji etylenu, który może być wytwarzany przez przechowywane i dojrzewające owoce  
Źródło: Spółdzielnia Ogrodnicza Ziemi Sądeckiej



Fot. 3. Detektory gazów w wykonaniu przeciwybuchowym (Ex-ATEX): a) gazów wybuchowych, b) gazów toksycznych  
Źródło: Pro-Service

# INNOWACYJNE ROZWIĄZANIA DLA PRZEMYSŁU

## Cyfrowy System Detekcji Gazów

Modułowy, uniwersalny i w pełni konfigurowalny system z oprogramowaniem SCADA dla obiektów przemysłowych, hal magazynowych czy garaży podziemnych.



DEX



MAG



WG/Fx

Autonomiczny detektor gazów do punktowych zastosowań z syreną, zasilaczem i wyjściami sterującymi.



SCADA



MDD

### Podstawowe zasady bezpiecznej detekcji gazów

Pełen system detekcji i monitoringu gazów niebezpiecznych powinien się składać z urządzeń przenośnych (stosowanych jako środki ochrony osobistej) oraz stacjonarnych (stanowiących wyposażenie pomieszczeń).

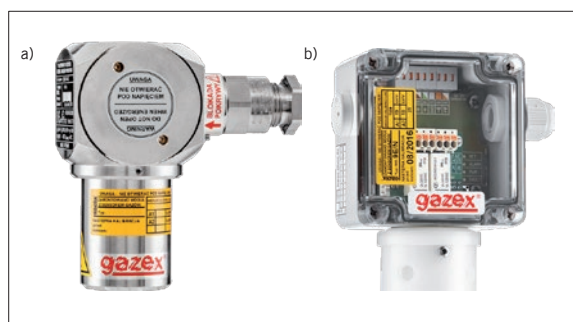
W przypadku detekcji **gazów toksycznych** należy ustawić niski próg alarmowy odnoszący się do NDS – takie podejście uwzględni zarówno wpływ stężenia danego gazu, jak i czas ekspozycji pracownika na jego oddziaływanie. Wysoki próg alarmowy (wartość, której nie należy przekraczać) powinien dotyczyć wartości chwilowej [6, 7].

W przypadku wykrywania **gazów wybuchowych** jako progi alarmowe przyjmuje się 10% i 30% dolnej granicy wybuchowości (DGW). Przykładowo DGW dla metanu wynosi 4,4% v/v (objętości metanu w objętości powietrza), zatem progi alarmowe detektora wynoszą odpowiednio 0,44% i 1,32% metanu w powietrzu [6, 7].

### Czujniki podstawą prawidłowej pracy detektorów

W detektorach stosuje się sensory (czujniki), które umożliwiają konwersję stężenia gazu na łatwą do zmierzenia i odczytania wielkość elektryczną (natężenie lub napięcie prądu elektrycznego). Ważnymi parametrami czujników są czułość i selektywność. Czułość oznacza najniższe wykrywane stężenie badanego gazu i ma szczególne znaczenie w wykrywaniu gazów toksycznych – kluczowe jest tu bowiem wykrywanie niskich stężeń (niższych niż w przypadku gazów wybuchowych). Selektywność – brak podatności na inne gazy (tzw. zakłócające). Wysoka selektywność oznacza większą pewność pomiaru – większe prawdopodobieństwo, że zmierzono rzeczywiście stężenie gazu, którego badanie miało dotyczyć.

Na czułość i selektywność czujników wpływają m.in. temperatura, wilgotność czy przekroczenie zakresu pomiarowego. Stosuje się różne rodzaje sensorów – głównie elektrochemiczne, katalityczne i absorpcyjne w podczerwieni – które różnią się własnościami użytkowymi. Przykładowo sensory elektrochemiczne o wysokiej czułości są wrażliwe na tzw. zatrucie – przekroczenie zakresu pomiarowego lub dłuższą ekspozycję na daną substancję, dlatego zaleca się kalibrację czujnika w każdej takiej sytuacji. Z kolei sensory katalityczne mają niską selektywność i wymagają stężenia objętościowego tlenu ok. 21%, natomiast niezależnie od zawartości tlenu pracują sensory absorpcyjne w podczerwieni (sensory infra-red).



Fot. 4. Stacjonarne detektory gazów toksycznych i wybuchowych, dostosowane do konkretnych zadań dzięki zastosowaniu optymalnych czujników: a) detektor progowy metanu, b) detektor pomiarowy siarkowodoru

Źródło: Gazex

Przykładowo sensory elektrochemiczne o wysokiej czułości są wrażliwe na tzw. zatrucie – przekroczenie zakresu pomiarowego lub dłuższą ekspozycję na daną substancję, dlatego zaleca się kalibrację czujnika w każdej takiej sytuacji. Z kolei sensory katalityczne mają niską selektywność i wymagają stężenia objętościowego tlenu ok. 21%, natomiast niezależnie od zawartości tlenu pracują sensory absorpcyjne w podczerwieni (sensory infra-red). Dodatkową zaletą tych czujników jest odporność na zatrucie (długotrwałą ekspozycję na badane zanieczyszczenie lub przekroczenie zakresu pomiarowego).

Czujniki powinny być starannie dobrane do planowanego zastosowania. Producenci oferują wyspecjalizowane (wyposażone w odpowiednie czujniki) urządzenia do wykrywania gazów niebezpiecznych i szkodliwych dla zdrowia: mierniki gazów toksycznych jedno- lub wielogazowe (chlor, CO, H<sub>2</sub>S, etylen, amoniak, NO<sub>x</sub>, PH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>) i palnych (głównie metan i propan-butan), a także detektory tlenu.

### Dobór detektorów przenośnych i stacjonarnych

Stacjonarne detektory gazów wybuchowych są traktowane jako urządzenia przeciwpożarowe i powinny stanowić część projektu wykonanego przez uprawnionego projektanta oraz uzgodnionego z rzeczoznawcą ochrony przeciwpożarowej [8].

**Urządzenia przenośne** powinny być odpowiednio dostosowane do określonego rodzaju działalności, a także szczelne i wodoodporne (np. stopień ochrony IP66) oraz ergonomiczne i łatwe w obsłudze. Muszą skutecznie informować o sytuacji alarmowej – konieczny jest sygnał alarmowy wizualny, dźwiękowy i wibracyjny, co zapewnia jego dostrzeżenie niezależnie od warunków panujących w pomieszczeniu. Dodatkowo powinny umożliwiać automatyczne powiadomienie o tzw. alarmie zagrożeniowym, skierowane do osoby znajdującej się poza pomieszczeniem, która może wówczas zapewnić pomoc pracownikom.

**Stacjonarne systemy detekcji gazów** komunikują się (np. za pomocą protokołów typu Modbus) nie tylko z dyspozytorem systemu, ale też z elementami wykonawczymi, takimi jak wentylatory czy zawory odcinające. Przy odpowiednim ustawieniu progów alarmowych obsługa obiektu zyskuje czas niezbędny do podjęcia decyzji, a elementy wykonawcze realizują zaplanowany scenariusz. Przykładowy schemat działania może obejmować progi alarmowe powodujące odpowied-



Fot. 5. Instalacja chłodzenia amoniakalnego wymaga odpowiedniego systemu detekcji, scharakteryzowanego w wymaganiach prawnych dla konkretnych zakładów

Źródło: Centralny Ośrodek Chłodnictwa

# Zaufaj japońskiej precyzji i ciesz się niezawodnością w każdej sytuacji

Made in Japan



Real Tools, Real Quality

**MCC**<sup>®</sup>  
Since 1916 JAPAN

Tel. +48 885 221 222  
info@mcc-tool.com

nio: powiadomienie obsługi, załączenie wentylacji (na kolejne biegi) oraz uruchamianie alarmów optycznych i akustycznych w obiekcie [6, 7].

### Detekcja gazów w przemyśle – wymagania prawne

W odniesieniu do niektórych obiektów wymagania dotyczące detekcji gazów zostały wprost określone w przepisach prawnych. W części przypadków formułuje się je łącznie z wymaganiami dotyczącymi wentylacji. Przykładami są następujące sytuacje:

- w urządzeniach zapewniających sygnalizację o zagrożeniach należy wyposażyć **pomieszczenia przeznaczone do składowania lub stosowania materiałów niebezpiecznych pod względem pożarowym lub wybuchowym** oraz pomieszczenia, w których mogą się wydzielić substancje niebezpieczne [9];

- w pomieszczeniach ogrzewanych przez urządzenia gazowe (np. wyposażonych w nagrzewnice lub promienniki), w których łączna nominalna moc cieplna urządzeń jest większa od 60 kW, należy stosować **urządzenia sygnalizacyjno-odcinające dopływ gazu** [10];



Fot. 6. Wejście do pomieszczenia zagłębionego w budynku krat wymaga zbadania zawartości tlenu oraz wyposażenia w detektor przenośny

Źródło: Chrzanowskie Wodociągi

- w miejscach pracy zagrożonych **wybuchem** pracodawca powinien zapewnić, aby w razie konieczności osoby pracujące zostały ostrzeżone za pomocą optycznych lub dźwiękowych sygnałów alarmowych, tak aby mogły opuścić przestrzeń zagrożoną przed zaistnieniem warunków powodujących wybuch [11];

- pomieszczenia, w których usytuowane są instalacje napełniania **chlorem, fosforowodem, siarkowodem, fosgenem, fluorem i cyjanowodem**, powinny być wyposażone w **samoczynne urządzenia do wykrywania gazów, ostrzegania i alarmowania przed niebezpiecznymi stężeniami tych gazów**, które powinny być połączone z instalacją napełniania oraz wentylacją awaryjną, co ma umożliwić automatyczne obniżenie stężenia gazów w razie przekroczenia wartości dopuszczalnych [12];

- w zakładach **piwowarskich i produkujących napoje gazowane** w pomieszczeniach, w których wydziela się dwutlenek węgla lub inne gazy, muszą znajdować się **stacjonarne analizatory, sygnalizujące sygnałem świetlnym albo dźwiękowym o przekroczeniu dopuszczalnych wartości stężeń dwutlenku węgla lub innych gazów** [5];

- w zakładach, w których wykorzystuje się **amoniakalne instalacje chłodnicze**:
  - wymagane jest zastosowanie urządzeń zapewniających sygnalizację o zagrożeniach,
  - w browarach i fabrykach napojów gazowanych: pomieszczenia chłodzone w ten sposób wyposaża się w system wentylacji awaryjnej i stacjonarne analizatory, sygnalizujące sygnałem świetlnym lub dźwiękowym o przekroczeniu wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia amoniaku [5],
  - w zakładach rolno-przemysłowych pomieszczenie maszynowni może być eksploatowane bez stałej obsługi, jeżeli maszynownia wyposażona jest w **aparaturę umożliwiającą ciągłą kontrolę stężeń amoniaku w powietrzu i sygnalizującą przekroczenie wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia oraz najwyższego dopuszczalnego stężenia chwilowego amoniaku w powietrzu, wchodzącą w skład amoniakalnej instalacji chłodniczej** [4, 13];

- wejście do pomieszczenia zagłębionego przy kratkach w oczyszczalniach ścieków należy poprzedzić zbadaniem czystości powietrza i zawartości tlenu za pomocą przyrządów kontrolno-pomiarowych służących do wykrywania gazów szkodliwych i niebezpiecznych, trzeba także mieć ze sobą przenośne urządzenia do wykrywania gazów niebezpiecznych i szkodliwych dla zdrowia [14].

Oprac. red.

### Literatura

1. Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. 2018, poz. 1286 ze zm.)
2. Chempył, *Baza wiedzy o zagrożeniach chemicznych i pyłowych*, www.ciop.pl (dostęp: 10.02.2026)
3. Ryńska Joanna, *Bezpieczeństwo pracy w obiektach infrastruktury kanalizacyjno-ściekowej: zagrożenia przenoszone drogą powietrzną*, „Rynek Instalacyjny” 2024, nr 6, <https://www.rynekinstalacyjny.pl/artykul/instalacje-wodociagowe-i-c-w-u/168253,bezpieczenstwo-pracy-w-obiektach-infrastruktury-kanalizacyjno-ściekowej> (dostęp: 10.02.2026)
4. Domin Michał, *Detekcja amoniaku w instalacjach chłodniczych*, „Rynek Instalacyjny” 2023, nr 6, <https://www.rynekinstalacyjny.pl/artykul/systemy-ppoz/158837,detekcja-amoniaku-w-instalacjach-chlodniczych> (dostęp: 10.02.2026)
5. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 23 czerwca 2004 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w zakładach przemysłu piwowarskiego i napojów gazowanych (Dz.U. 2004, nr 160, poz. 1669 ze zm.)
6. Chmielewski Krzysztof, *Urządzenia do pomiaru stężeń gazów szkodliwych i zawartości tlenu*, „Wodociągi-Kanalizacja” 2012, nr 2(96)
7. Domin Michał, *Detekcja gazów w oczyszczalniach ścieków i biogazowniach*, PT Signal, 2023, <https://detektory.pl/detekcja-gazow-oczyszczalnia-ściekow> (dostęp: 10.02.2026)
8. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (t.j. Dz.U. 2023, poz. 822)
9. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (t.j. Dz.U. 2003, nr 169, poz. 1650)
10. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (t.j. Dz.U. 2022, poz. 1225)
11. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 8 lipca 2010 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej (Dz.U. 2010, nr 138, poz. 931 ze zm.)
12. Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 23 grudnia 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy produkcji i magazynowaniu gazów, napełnianiu zbiorników gazami oraz używaniu i magazynowaniu karbidu (Dz.U. 2004, nr 7, poz. 59)
13. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 12 maja 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy obsłudze amoniakalnych instalacji chłodniczych w zakładach przetwórstwa rolno-spożywczego (Dz.U. 2003, nr 98, poz. 902)
14. Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 1 października 1993 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w oczyszczalniach ścieków (Dz.U. 1993, nr 96, poz. 438)

## Ścieki i deszczówka w budynkach logistycznych i przemysłowych

**Zmieniające się regulacje unijne będą wpływać na koszty i warunki dostawy wody i odprowadzania ścieków. Natomiast oraz częstsze występowanie skrajnych zjawisk pogodowych wymusi działania zarówno chroniące odbiorniki (sieci, grunt, wody), jak i wspomagające adaptację do zmian klimatu i umożliwiające oszczędzanie wody.**

Budynki przemysłowe zmagają się najczęściej z dwoma problemami w zakresie odprowadzania ścieków. Po pierwsze, grawitacyjne odprowadzanie ścieków sanitarnych może być utrudnione, technicznie trudno wykonalne lub ekonomicznie nieoptyczne. Wynika to z częstego lokalizowania obiektów przemysłowych (np. parków logistycznych) w oddaleniu od kolektorów grawitacyjnych, ale także trudnych warunków terenowych czy niemożności „wpięcia się” z przykanalikiem do sieci zgodnie z zasadami sztuki inżynierskiej. Dochodzi do tego konieczności lokalizacji węzłów sanitarnych poniżej poziomu przykanalika czy też daleko od niego. Sprawdzoneymi rozwiązaniami są przepompownie – poczynając od małych pomporzadbrań czy obsługujących węzły sanitarne po lokalne pompownie zlokalizowane w budynku lub jego otoczeniu (także w terenie zielonym lub najezdnym). Istotnym wyzwaniem jest odpowiednie dobranie rozwiązania do potrzeb konkretnego obiektu.

Drugim zagadnieniem jest specyficzny skład ścieków przemysłowych, który nie tylko wymaga stosowania odpowiednich urządzeń podczyszczających (np. separatory tłuszczu w przemyśle spożywczym), ale też może wymuszać stosowanie III stopnia oczyszczania ścieków przed ich odprowadzeniem do wód, ziemi lub systemu zbiorczego. Rolę tego dodatkowego stopnia mogą pełnić hydrofitowe oczyszczalnie ścieków – inżynierskie zbiorniki roślinne, które bardzo skutecznie usuwają choćby substancje organiczne biodegradowalne, pozostające w oczyszczonym odpływie np. z przemysłu spożywczego, mleczarni czy browarów.

Na terenie zakładu i w jego otoczeniu dostępne są także zasoby wody „do odzysku”, zbyt często bezpowrotnie tracone. W przypadku opadów nadmiarową wodę (np. deszcz nawalny, który bez odpowiednich zabezpieczeń może powodować problemy z podtopieniami czy zalaniem) można zatrzymać, a w okresach niedoboru – odprowadzić w sposób uspokojony do odbiornika lub zagospodarować na terenie zakładu. Po odpowiednim uzdatnieniu do wykorzystania nadaje się część wody zużywanej na cele bytowe (tzw. woda szara). Możliwe oszczędności z tych źródeł wynoszą ok. 30–50% wody czystej zużywanej do celów innych niż technologiczne [1]. Wykorzystanie odzyskanej wody opadowej i szarej wymaga zaplanowania instalacji wodociągowej dualnej (podwójnej). Zgodnie z Warunkami Technicznymi instalacja wody deszczowej musi być odrębna od instalacji wodociągowej dzięki wyposażeniu w zabezpieczenie przed przepływem zwrotnym z grupy AA [2]. Nie ma natomiast podobnego uregulowania dla wody szarej – wyjściem może być traktowanie instalacji dualnej z wodą

szarą jako nowatorskiej koncepcji rozwiązania technicznego, co pozwala umieścić ją w indywidualnej dokumentacji projektowej [3].

### Retencja wód opadowych – od odpowiedzialności do ekonomii

Stosowanie rozwiązań retencyjnych (szczególnie o pojemności 10–30% odpływu rocznego) pozwala obniżyć opłatę z tytułu zmniejszenia naturalnej retencji terenu – ponoszą ją właściciele nieruchomości o powierzchni > 3500 m<sup>2</sup>, którzy wyłączyli z powierzchni biologicznie czynnej (zabudowali) więcej niż 70% nieruchomości na obszarze nieujętych w systemy kanalizacji otwartej lub zamkniętej [4]. W niektórych gminach (np. Gdańsk) wydanie pozwolenia na budowę wymaga od inwestora zapewnienia na terenie nieruchomości obiektów retencyjnych o objętości odpowiadającej sumie opadu 30 mm [5]. Opomiarowanie retencjonowanych wód opadowych – co jest możliwe po uzgodnieniach z gestorem sieci kanalizacji deszczowej – pozwala z kolei odejść od ryczałtowej opłaty za odprowadzenie wód opadowych do sieci na rzecz opłat za faktycznie odprowadzoną objętość wód.

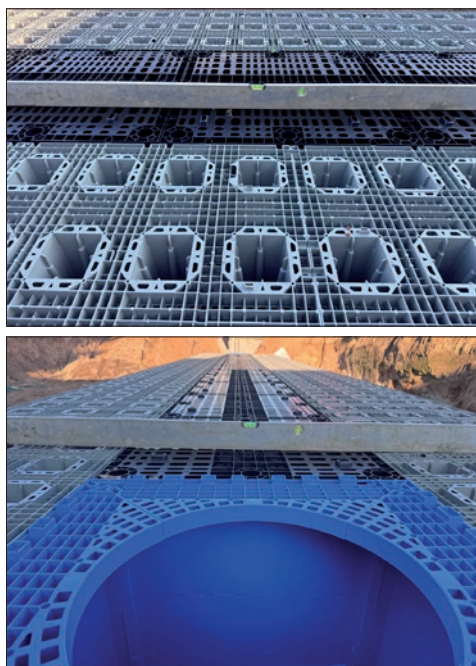
Retencja i wykorzystanie wód opadowych są brane pod uwagę w przypadku certyfikacji LEED lub BREEAM, mogą być też elementem strategii ESG i raportowania pozafinansowego. Zbiorniki i systemy powierzchniowe mogą świadczyć „usługi ekosystemowe”, takie jak zwiększenie bioróżnorodności, kompensacja strat środowiska czy poprawa mikroklimatu, co może być ważne przy realizacji zobowiązań środowiskowych.

Natomiast ze względu na praktyczne oszczędności i bezpieczeństwo zasobów wodę opadową można wykorzystać m.in. do zasilania sfontek w przyborach sanitarnych, nawadniania terenów zielonych i podlewania roślin, mycia lub zraszania placów i powierzchni uszczelnionych, procesów technologicznych, chłodzenia maszyn czy układów chłodzenia adiabatycznego.

Jeśli tylko warunki terenowe sprzyjają, należy stosować proste i skuteczne elementy błękitno-zielonej infrastruktury (układów wody i zieleni odtwarzających lub naśladujących naturalne procesy retencji wód opadowych), takie jak niecki, rowy filtracyjne czy zagłębienia naturalne, np. podmokły las wykorzystywany jako teren okresowo zalewowy. Na terenach przemysłowych, które często dysponują dużymi powierzchniami uszczelnionymi, cennym rozwiązaniem z zakresu zatrzymywania, retencji i magazynowania wód opadowych są zbiorniki retencyjno-rozsączające, wykonane pod terenem uszczelnionym z modułowych elementów. Takie rozwiązanie pozwala odzyskać utraconą retencję, a jednocześnie nie rezygnować z niezbędnej funkcjonalności uszczelnionej nawierzchni.

### Jakość wód opadowych odprowadzanych do odbiorników

Z powierzchni szczelnej obiektów przemysłowych, z wylotów urządzeń kanalizacyjnych do rzek lub do ziemi można wprowadzać odpływy



Fot. 1. Realizacja systemu rozsączania pod powierzchnią uszczelnioną z wykorzystaniem modułowych skrzynek rozsączających dla fabryki Bruk-Bet w Pile

Źródło: Hauraton

zawierające maks. 100 mg/l zawiesiny ogólnej oraz 15 mg/l węglowodorów ropopochodnych [6]. Ponieważ w odpływach z powierzchni uszczelnionej, np. place manewrowe, wartości te zwykle są wyraźnie przekroczone, stosuje się rozwiązania techniczne takie jak separatory substancji ropopochodnych z osadnikiem do oddzielania zawiesin (piasku), łączące sedimentację zawiesin oraz flotacji substancji ropopochodnych. Na rynku dostępna jest bogata i wszechstronna oferta tych rozwiązań, dostosowana do potrzeb różnych obiektów. W odpływie z powierzchni uszczelnionych (w przypadku złej jakości powietrza atmosferycznego także z dachów) znajdują się jednak także inne zanieczyszczenia – m.in. WWA (wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne), metale ciężkie (np. ołów, miedź, cynk, kobalt, nikiel), mikroplastik (mieszanka polimerowych materiałów syntetycznych o wielkości cząstek od 0,1  $\mu\text{m}$  do 5 mm) oraz forever chemicals (związki per- i polifluoroalkilowe, czyli PFAS) – substancje obecne w obiegu wody w przyrodzie nawet po wielu latach od ich wycofania przez głównych producentów. Sposobem na ich usunięcie z zatrzymanej wody opadowej jest filtracja – na substratach mineralnych, z wykorzystaniem węgla aktywnego czy zaawansowana filtracja membranowa i ultrafiltracja [7, 8]. Funkcję filtracyjną mogą też pełnić łatwe do wdrożenia rozwiązania oparte na przyrodzie – np. zbiornik bioretencyjny usuwający z odpływu powierzchniowego takie substancje jak metale ciężkie, oleje i związki chemiczne.

### Woda szara

Jeśli w wyniku wysokiego zużycia wody na cele bytowe (np. wysokie zużycie wody w natryskach i umywalkach w węzłach sanitarnych) wytwarzane są tzw. ścieki szare, czyli niezawierające fekaliiów i moczu, rosnącą cenę dostaw wody i odprowadzania ścieków może skompensować odzysk wody szarej. Przykładowo w centrum logistycznym w Kątach Wrocławskich wodę szarą po uzdatnieniu stosuje się do spłukiwania toalet (1 m<sup>3</sup> wody dziennie). Ścieki szare wymagają m.in. obniżenia chemicznego zapotrzebowania na tlen (ChZT) poprzez napowietrzanie, cedzenie i sedimentację, a także dalszej poprawy ich jakości przez ultrafiltrację oraz oczyszczanie biologiczne (np. na filtrach membranowych) i dezynfekcję chemiczną. Na rynku dostępne są gotowe (modułowe) systemy filtracyjne, co upraszcza i skraca proces projektowy i wykonawczy.

### Literatura

1. *Industrial goes green. Zielone rozwiązania w polskich magazynach*, [raport] Cushman&Wakefield, 2020
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (t.j. Dz.U. 2022, poz. 1225)
3. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz.U. 2004, nr 92, poz. 881)
4. Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne (t.j. Dz.U. 2021, poz. 624)
5. Gdańskie Wody, *Gdańska polityka małej retencji miejskiej*, Gdańsk 2021
6. Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych (Dz.U. 2019, poz. 1311)
7. Mrowiec Bożena, *Występowanie mikroplastików w słodkich wodach powierzchniowych, wystąpienie konferencyjne*, XIV Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna „Ochrona jakości i zasobów wód w świetle współpracy ośrodków naukowych z gospodarką”, Kraków, 26–27 maja 2022
8. Cousins Ian T., Johansson Jana H., Salter Matthew E., Sha Bo, Scheringer Martin, *Outside the Safe Operating Space of a New Planetary Boundary for Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS)*, „Environmental Science & Technology” 2022, 56 (16), DOI: 10.1021/acs.est.2c02765
9. Materiały techniczne firm: ACO, Dörken, Ecol-Unicon, Green Water Solutions, Hauraton, Klarasan, MPI, Nijhuis Industries, Panattoni, RetencjaPL, SFA Poland

 **SFA** POLAND

Shaking up water

JESTEŚMY WSZĘDZIE TAM,  
**gdzie płynie woda**



**Sanicubic 1 GR**



**Sanicubic 2 VX**



## Efektywne zarządzanie ściekami z SFA Poland – innowacyjne rozwiązanie dla nowego magazynu w okolicach Łodzi

W branży logistycznej szybkość i elastyczność mają kluczowe znaczenie. Inwestorzy coraz częściej muszą jednak mierzyć się z istotnym wyzwaniem – brakiem dostępu do kanalizacji grawitacyjnej na wybranych terenach. Z taką sytuacją mieliśmy do czynienia w przypadku nowej hali logistycznej w rejonie Łodzi, gdzie zastosowanie znalazły technologie SFA Poland.

### Problem: brak dostępu do kanalizacji grawitacyjnej

Podczas rozbudowy centrum logistycznego o nowy magazyn projektanci stanęli przed koniecznością zapewnienia zaplecza sanitarnego dla pracowników (toalety, umywalki, aneksy kuchenne). Ze względu na uwarunkowania terenu podłączenie do tradycyjnej kanalizacji okazało się niemożliwe. Skala wyzwania była znacząca – ścieki należało przepompować na wysokość 12 m oraz na odległość ok. 150 m w poziomie, przez całą długość hali.

### Rozwiązanie: SANICUBIC 1 GR 71.3T

Marcin Wojciechowski z SFA Poland podkreśla: – Cieszy mnie rosnące zaufanie klientów z sektora logistyki i magazynowania do naszych rozwiązań. Niedawno mieliśmy możliwość realizacji instalacji w hali pod Łodzią. W obiekcie zamontowano trzy urządzenia z naszej bestsellerowej serii SANICUBIC 1 GR 71.3T. Każda stacja obsługuje jeden z trzech kontenerów sanitarnych zlokalizowanych w różnych częściach obiektu. Urządzenie wyposażone jest w wydajny silnik trójfazowy oraz innowacyjny system tnący Pro X K3, który rozdrabnia stałe zanieczyszczenia i skutecznie zapobiega zapychaniu instalacji. Pompa przetłacza ścieki pod ciśnieniem rurami o średnicy DN 50, eliminując konieczność wykonywania kosztownych wykopów pod kanalizację grawitacyjną. System zapewnia komfort i pełną funkcjonalność osobom pracującym w tej hali każdego dnia.

### Gotowe rozwiązanie dla obiektów przemysłowych

SANICUBIC 1 GR 71.3T został zaprojektowany z myślą o intensywnej eksploatacji w obiektach przemysłowych. Jego kluczowe parametry to:

- maksymalna wysokość podnoszenia: do 39 m,
- wysoka wydajność: do 17 m<sup>3</sup>/h,
- stopień ochrony IP68 – pełna wodoszczelność przy montażu w studniach,



- praca w temperaturze do 55°C,
- niezawodny system tnący Pro X K3 – dostosowany do wymagających warunków,
- kompaktowa konstrukcja umożliwiająca montaż w ograniczonej przestrzeni.



### Potencjał rynku w Polsce

Polska jest jednym z liderów logistyki w Europie, z ponad 30 mln m<sup>2</sup> powierzchni magazynowej (wg danych Industrial Market Insights). Znaczna część tych obiektów zlokalizowana jest poza centrami miast, gdzie dostęp do tradycyjnej infrastruktury kanalizacyjnej bywa ograniczony. Rozwiązania SFA umożliwiają inwestorom swobodne projektowanie stref sanitarnych – niezależnie od istniejącej sieci.

### Szerokie możliwości serii SANICUBIC

Seria SANICUBIC to kompleksowe rozwiązania do odprowadzania ścieków z całych budynków – od kompaktowych przepompowni dla mniejszych obiektów, przez wersje dwusilnikowe (VX/Classic) zapewniające ciągłość i niezawodność pracy. Produkty SANICUBIC marki SFA pozwalają na elastyczną lokalizację pomieszczeń mokrych pod potrzeby inwestora i danego obiektu.



**SFA Poland Sp. z o.o.**  
 03-253 Warszawa, ul. Białołęcka 168  
 +48 22 732 00 31.  
[www.sfapumps.pl](http://www.sfapumps.pl)



## Energia dla przemysłu w UE oraz odzysk ciepła odpadowego dzięki pompom ciepła

---

Komisja Europejska w Clean Industrial Deal nakreśliła plan działań zmierzających do wzmocnienia konkurencyjności i odporności przemysłu UE m.in. poprzez jego dekarbonizację (zwłaszcza w sektorach energochłonnych) oraz rozwój czystych technologii. Jeszcze przed ogłoszeniem tych planów Europejskie Stowarzyszenie Pomp Ciepła opublikowało szereg informacji nt. rozwijającego się rynku dużych i przemysłowych pomp ciepła wykorzystujących ciepło odpadowe. Dotychczas energia ta była wyrzucana do atmosfery, a może zaspokoić znaczną część zapotrzebowania na ciepło w procesach przemysłowych i przygotowania ciepłej wody technologicznej. Brak świadomości potencjału energii odpadowej oraz korzyści ekonomicznych i środowiskowych to jedna z głównych barier stosowania przemysłowych pomp ciepła.

Komisja Europejska 26 lutego 2025 r. przedstawiła *The Clean Industrial Deal: A joint roadmap for competitiveness and decarbonization (Pakt dla czystego przemysłu: wspólna mapa drogowa na rzecz konkurencyjności i dekarbonizacji)* [6], czyli plan działania mający na celu wspieranie konkurencyjności i odporności przemysłu w UE. Ma on przyspieszyć dekarbonizację i jednocześnie zapewnić przyszłość produkcji przemysłowej w Europie. To działania konieczne w obliczu wysokich kosztów energii oraz rosnącej globalnej rywalizacji o klienta. Przyjęte ramy mają stymulować konkurencyjność, ponieważ dają przedsiębiorstwom i inwestorom pewność, że Europa podtrzymuje plan stania się do 2050 roku gospodarką całkowicie zdekarbonizowaną. Komisja będzie też podejmować działania w celu deregulacji i ograniczenia obciążeń biurokratycznych dla przedsiębiorstw.

Pakt koncentruje się na dwóch ściśle ze sobą powiązanych zagadnieniach: sektorach energochłonnych i czystych technologiach. Sektor energochłonny wymaga pilnego wsparcia w dekarbonizacji i elektryfikacji. Boryka się z wysokimi kosztami energii, nieuczciwą światową konkurencją i złożonymi przepisami. Wykorzystanie czystych technologii jest głównym elementem przyszłego wzrostu, mającym kluczowe znaczenie dla transformacji przemysłu. Elementem paktu jest również gospodarka obiegu zamkniętego – czyli oszczędne korzystanie z zasobów własnych i ograniczanie zależności od dostawców z państw trzecich. W kolejnych miesiącach KE ma przedstawić ramy działań w konkretnych sektorach – przemyśle motoryzacyjnym, hutnictwie i produkcji metali, chemicznym itd.

Rozwój gospodarki UE mają napędzać działania obniżające koszty energii dla przemysłu, przedsiębiorstw i gospodarstw domowych – nakreślone w *Planie działania na rzecz przystępnych cen energii* [7], który jest kluczowym elementem Clean Industrial Deal. Efektem jego realizacji mają być nie tylko niskie rachunki za energię, ale i rozwój wewnętrznego rynku energii z połączeniami międzysystemowymi oraz zwiększanie efektywności jej wykorzystania, a także zmniejsza-

nie zależności od importowanych paliw kopalnych.

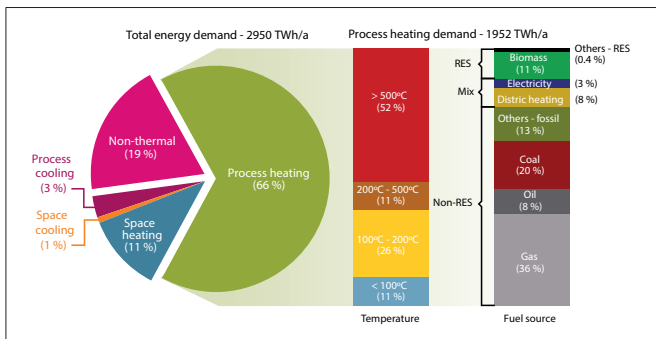
Zawarte w pakcie regulacje przyspieszające dekarbonizację przemysłu mają zwiększyć popyt na czyste produkty wytwarzane w Unii Europejskiej. W 2026 roku Komisja wprowadzi w zamówieniach dla sektorów strategicznych kryteria zrównoważonego rozwoju, odporności i preferencji europejskiej (produkcji w UE), a także dobrowolny znak intensywności emisji dwutlenku węgla dla produktów przemysłowych.

W perspektywie krótko-terminowej w ramach Clean Industrial Deal mają zostać uruchomione środki w kwocie ponad 100 mld euro na wsparcie czystej produkcji w UE. Komisja planuje też przyjąć nowe ramy pomocy państw członków Unii, które mają ułatwić i przyspieszyć zatwierdzanie środków pomocowych na wprowadzanie energii ze źródeł odnawialnych, wdrożenie dekarbonizacji przemysłu i zapewnienie wystarczającej zdolności produkcyjnej w zakresie czystych technologii. Komisja ma także wzmocnić Fundusz Innowacyjny i utworzyć Bank Dekarbonizacji Przemysłu, który będzie dofinansowany kwotą 100 mld euro m.in. z Funduszu Innowacyjnego i z części dochodów z ETS (opłat za emisję). Ma też zostać zwiększona zdolność funduszu InvestEU do ponoszenia ryzyka w przypadku dodatkowych inwestycji prywatnych i publicznych w czyste technologie, czystą mobilność i ograniczanie ilości odpadów.

Grupa Europejskiego Banku Inwestycyjnego ma uruchomić szereg nowych instrumentów finansowych wspierających Clean Industrial Deal, takich jak: pakiet dla produkcji elementów sieci energetycznych w celu m.in. ograniczania ryzyka producentów elementów sieci, pilotażowy program kontrgwarancji na umowy zakupu energii elektrycznej MŚP i sektory energochłonne oraz gwarancje na rzecz czystych technologii w ramach programu technologicznego UE.

W zakresie obiegu zamkniętego i dostępu do surowców, w tym krytycznych, które mają kluczowe znaczenie dla przemysłu UE, musi zostać zapewniony dostęp do nich i ograniczone ryzyko współpracy z niezrelacyjnymi dostawcami. Obranie obiegu zamkniętego jako podstawy strategii dekarbonizacji pomoże zwiększać ograniczone zasoby UE. Powstać ma mechanizm umożliwiający europejskim przedsiębiorstwom wspólne działanie i agregowanie swojego popytu na surowce krytyczne w ramach mechanizmów wspólnego zakupu, co da korzyści wynikające z efektu skali i zwiększy możliwość negocjowania cen i warunków. W 2026 roku ma zostać przyjęty akt w sprawie gospodarki o obiegu zamkniętym, m.in. po to, aby przyspieszyć efektywne oraz ponowne wykorzystywanie rzadkich surowców oraz zmniejszyć zależności gospodarki UE. Obecnie Unia potrzebuje wiarygodnych globalnych partnerów dużo bardziej niż kiedykolwiek przedtem.

Przeprowadzenie transformacji przemysłu wymaga wyjątkowo utalentowanych i wykwalifikowanych osób, dlatego Komisja ma ustanowić „unię umiejętności”, która będzie wspierać rozwój umiejętności i tworzyć wysokiej jakości miejsca pracy. W tym celu UE dofinansuje program Erasmus+, zwłaszcza w zakresie umiejętności sektorowych w strategicznych gałęziach czystego przemysłu.



**Rys. 1.** Podział finalnego zapotrzebowania na energię w przemyśle europejskim wg: szerokiego zastosowania (po lewej); zapotrzebowania na ogrzewanie procesowe z poziomu temperatury (w środku); źródła energii (po prawej); RES – OZE (odnawialne źródła energii)  
Źródło: Strengthening Industrial Heat Pump Innovation Decarbonizing Industrial Heat, 2020 [5]

### Działania i postulaty EHPA

Europejskie Stowarzyszenie Pomp Ciepła (EHPA) publikuje wiele informacji nt. technologii i rozwijającego się rynku przemysłowych pomp ciepła, w tym odzyskujących ciepło odpadowe [8, 9, 10]. Przygotowuje także raporty i analizy dotyczące zastosowania tej technologii oraz informuje o planach i regulacjach w UE, które będą sprzyjać stosowaniu takich urządzeń [1, 5]. Według danych zebranych przez EHPA niemal wszystkie kraje europejskie oferują wsparcie dla firm chcących zainwestować w przemysłowe pompy ciepła i w 24 przebadanych krajach, w tym w UE oraz w Norwegii, Szwajcarii i Wielkiej Brytanii, dostępne są dotacje, pożyczki lub ulgi podatkowe dla inwestycji z dużymi pompami ciepła w różnych gałęziach przemysłu, np. w papierniczym, mleczarskim, tekstylnym lub drzewnym.

W przemyśle stosuje się duże pompy ciepła o mocach do kilkudziesięciu MW, osiągające temperatury rzędu 90–200°C, dla których dolnym źródłem może być także ciepło odpadowe – woda lub para o temperaturze od 10 do 150°C. Pompy te osiągają wysoką wydajność w szerokim zakresie mocy, od 20 do 100%, co zapewnia dużą elastyczność ich pracy. Technologia ta ma być kluczowa dla procesów wytwarzania ciepła na potrzeby przemysłu, ma jednocześnie duży potencjał odzysku ciepła odpadowego. Obecnie dostępne technologie dużych pomp ciepła mogą pokryć ponad 30% zapotrzebowania na ciepło procesowe przemysłu w UE, a to oznacza redukcję emisji CO<sub>2</sub> o 25% i niższe koszty operacyjne wytwarzania ciepła oraz znaczącą redukcję importu paliw kopalnych. To ważne elementy dekarbonizacji europejskiego przemysłu, w którym 60% zużycia energii przypada na ogrzewanie, a do 2050 roku energia ta powinna być zdekarbonizowana zgodnie z celami polityki klimatycznej UE.

Przemysłowe pompy ciepła wykorzystują ciepło odpadowe także z powietrza wentylacyjnego, nawet po odzysku ciepła w centralach wentylacyjnych w budynkach, i wytwarzają energię odnawialną ze źródeł zewnętrznych, takich jak powietrze, woda, ścieki i grunt. Technologia ta staje się kluczowa dla bezpieczeństwa energetycznego, odporności, suwerenności i konkurencyjności Europy, ponieważ zastępuje ropę naftową oraz gaz i zamiast tych paliw kopalnych, pochodzących głównie z importu, może wykorzystywać lokalnie wytwarzaną energię elektryczną ze źródeł odnawialnych oraz bezemisyjnych.

Jedną z największych barier utrudniających stosowanie przemysłowych pomp ciepła jest brak wiedzy o ich potencjale oraz korzyściach ekonomicznych i środowiskowych. Z tego powodu EHPA uważa, że przemysłowe pompy ciepła muszą znaleźć się w centrum odpowiednich działań UE. WHR – od ang. Waste Heat Recovery – to skrót, który ma szansę stać się powszechnie rozpoznawalny nie tylko w energetyce i ciepłownictwie, ale i szeroko rozumianym przemyśle.

### Propozycje EHPA po ogłoszeniu Clean Industrial Deal

Po prezentacji przez Komisję Europejską dokumentu Clean Industrial Deal EHPA opublikowała 4 marca br. swoje stanowisko w komunikacie pt. *Industrial heat pumps to decarbonise Europe's industry (Przemysłowe pompy ciepła mają na celu dekarbonizację europejskiego przemysłu)* [4]. Wskazuje w nim, że duże pompy ciepła to urządzenia produkowane w Europie, które umożliwiają europejskiej gospodarce stanie się zdekarbonizowaną i bardziej wydajną oraz wzmacniają jej konkurencyjność. Podkreśla, że pompy ciepła są główną technologią elektryfikacji ogrzewania w sektorze mieszkaniowym, handlowym i przemysłowym. Prezentuje też szczegółowy **przegląd potencjału dekarbonizacji przemysłu europejskiego dzięki przemysłowym pompom ciepła** oraz wskazuje na potrzebne działania polityczne mające na celu przyspieszenie ich wdrażania.

EHPA postuluje, by skupić się na segmentach, które można łatwo zelektryfikować, i na fakcie, że ok. 60% zapotrzebowania na energię w przemyśle jest obecnie zaspokajane paliwami kopalnymi, a tylko 1/3 energią elektryczną. Najwięcej energii przemysł zużywa na produkcję ciepła, ok. 47%, z czego ponad 80% pochodzi ze spalania paliw ko-

palnych. 62% ciepła wykorzystywanego obecnie w sektorze przemysłowym można zelektryfikować przy użyciu istniejących technologii. Zasilane energią elektryczną pompy ciepła są w stanie osiągnąć temperatury do 200°C ciepła procesowego i są od dwóch do czterech razy wydajniejsze niż tradycyjne metody ogrzewania. Wbrew obiegowym opiniom 60–73% pomp ciepła zainstalowanych w Europie jest obecnie także produkowanych w Europie, w ok. 300 zakładach wytwarzających pompy ciepła i podzespoły do nich i zapewniających ok. 170 000 bezpośrednich miejsc pracy.

W przeciwieństwie do innych urządzeń grzewczych, przemysłowe pompy ciepła mogą wykorzystywać ciepło odpadowe, które jest obficie dostępne w procesach przemysłowych. Ciepło to może zostać spożytkowane przez pompy ciepła poprzez zintegrowanie go z sieciami ciepłowniczymi lub wykorzystanie w tej samej firmie czy obiekcie. Ponowne wykorzystanie ciepła odpadowego obniża koszty przemysłu poprzez zmniejszenie zapotrzebowania na pierwotne źródła energii, pomaga poprawić wyniki ESG firm i zmniejsza udział CO<sub>2</sub> w wytwarzanych produktach.

EHPA podkreśla, że przemysłowe pompy ciepła to technologia dojrzała, obecnie zapewniająca temperatury do 200°C, a wyniki prac badawczo-rozwojowych wskazują, że do 2035 roku można się spodziewać temperatur zasilania do 300°C. W zakresie temperatur do 200°C przemysłowe pompy ciepła mogą zaspokoić 37% końcowego zapotrzebowania na energię do ogrzewania procesowego w Europie – 722 TWh energii, które można dostarczyć za pomocą pomp o łącznej mocy ok. 108 GW. Według danych Eurostatu, w 2022 roku w końcowym zużyciu energii w UE27 zainstalowane przemysłowe pompy ciepła dostarczały przemysłowi 7 TWh energii. Osiągnięcie 722 TWh z ciepła odpadowego wymaga jednak zapewnienia podaży dostępnej i niedrogiej energii elektrycznej do zasilania pomp przemysłowych.

Z kolei Międzynarodowa Agencja Energii (IEA) wskazuje, że podobnie jak w sektorze pomp ciepła dla budynków, to koszty energii elektrycznej są jedną z głównych barier rozwoju przemysłowych pomp ciepła, a w przemyśle koszty inwestycyjne urządzeń i instalacji oraz ich montażu mają mniej krytyczne znaczenie niż koszty operacyjne. Obecnie realizowane projekty na rynku energii elektrycznej oraz mechanizmy podatkowe faworyzują stosowanie w przemyśle gazu ziemnego. Potrzebne jest zatem zapewnienie równowagi kosztów energii elektrycznej w celu zwiększania elektryfikacji zarówno na szczeblu krajowym, jak i europejskim.

Najważniejsze zalecenia EHPA mające na celu przyspieszenie wdrażania przemysłowych pomp ciepła to:

- poprawa stosunku cen energii elektrycznej do gazu poprzez mechanizmy polityki podatkowej i skonstruowanie opłat w taki sposób, aby zwiększały elektryfikację;
- wsparcie finansowe dla dekarbonizacji przemysłu koncentrujące się na elektryfikacji i efektywności energetycznej;
- uproszczenie przepisów dotyczących pomocy państwa przy inwestycjach w przemysłowe pompy ciepła;
- gwarancje terminowego dostępu do sieci elektroenergetycznej dla zelektryfikowanych procesów przemysłowych;
- regulacje w zakresie wykorzystania ciepła odpadowego.

EHPA wskazuje także na szereg szczegółowych zagadnień, które mogłyby być przedmiotem kolejnego artykułu. Warto tu jednak przytoczyć postulaty tworzenia europejskich wytycznych dotyczących przemysłowych pomp ciepła i odzysku ciepła odpadowego, zapewniających spójność w terminologii i zasadach oraz dzielenie się najlepszymi praktykami na całym kontynencie i wszystkich poziomach. Postuluje też zapewnienie konkretnych funduszy dla różnych branż na audyty prowadzonych w nich procesów przemysłowych w celu zidentyfikowania największego po-

tencjału wdrażania pomp ciepła i odzysku ciepła odpadowego. Uważa, że potrzebne jest popularyzowanie wiedzy nt. zastosowań przemysłowych pomp ciepła poprzez ich umieszczenie jako kluczowego obszaru rozwoju w różnych ogłoszonych inicjatywach ustawodawczych Komisji Europejskiej, takich jak: *Clean Industrial Deal*, *Industrial Decarbonisation Accelerator Act*, *Electrification Action Plan* i *Heating and Cooling Strategy*. Konieczne jest także opracowanie i dostarczanie uznawanych w całej UE certyfikatów i programów szkoleniowych dla inżynierów i techników w zakresie wdrażania przemysłowych pomp ciepła.

### Obszary stosowania i potencjał przemysłowych pomp ciepła

EHPA w komunikacie pt. *Odpady w bogactwo: w jaki sposób pompy ciepła mogą przetwarzać ciepło, aby oszczędzać energię – i polityka UE, która ma znaczenie* [1] prezentuje m.in. informacje o potencjale **WHR z pompami ciepła, korzyściach środowiskowych i finansowych**. Pompy ciepła mogą wychwytywać i ponownie wykorzystywać ciepło odpadowe, które będzie miało znacznie wyższe temperatury, proces ten wymaga jednak trzech komponentów:

- źródła ciepła odpadowego,
- instalacji do magazynowania i dystrybucji ciepła,
- odbiornika ciepła.

Technologia transferu medium o różnych temperaturach z udziałem technologii sprężarkowych do odzysku ciepła i podnoszenia temperatury jest z powodzeniem powszechnie stosowana w nowoczesnych biurach, szpitalach i centrach handlowych, może również odegrać kluczową rolę w dekarbonizacji sektora przemysłowego UE. Źródłami ciepła mogą być procesy przemysłowe, centra danych, budynki biurowe i komercyjne. Ciepło odpadowe jest często wynikiem procesów chłodzenia. Miejskie sieci ciepłownicze mogą czerpać duże ilości energii i dostarczać je z niewielkimi stratami (dzięki dobrze izolowanym sieciom ciepłowniczym i niskim temperaturom przesyłanego medium), a dyrektywa EPBD definiuje sieci ciepłownicze jako sieci energetyczne o wielu wejściach i źródłach. Zastosowanie dużych pomp ciepła daje możliwość pozyskiwania i transferu energii ze źródeł ciepła odpadowego, zarówno z wody, jak i powietrza, wykorzystując cykl chłodniczy (parowanie, sprężanie, skraplanie i rozprężanie) do podnoszenia temperatury medium. Jednocześnie procesy, z których odzyskuje się ciepło odpadowe, mogą się stać efektywniejsze energetycznie i ekonomicznie.



Fot. 1. Wysokotemperaturowa pompa ciepła woda-woda (moc grzewcza 160 kW) o COP = 5,35 pracująca w Odlewni Roztocze. Dolnym źródłem jest ciepło odpadowe z pieców odlewniczych, a górnym – ogrzewanie podłogowe (biura) oraz nagrzewnice wodne (produkcja) Źródło: Gazuno

Branże energochłonne, takie jak mleczarstwo, papiernictwo, produkcja napojów i żywności oraz zdecydowana większość procesów suszenia, mogą zwiększać swoją efektywność energetyczną i zmniejszyć zużycie energii pierwotnej. Jak wspomniano wcześniej, duże pompy ciepła korzystające z niskotemperaturowego ciepła odpadowego pozwalają zwiększyć wydajność wielu procesów w przemyśle dwu-, a nawet czterokrotnie. Jeśli wymagane jest zarówno ogrzewanie, jak i chłodzenie, wydajność jest jeszcze większa, gdyż jedna jednostka energii elektrycznej daje od pięciu do dziewięciu jednostek użytecznego ogrzewania i chłodzenia. Takie wyniki można uzyskać wtedy, gdy jedna część instalacji pompy ciepła chłodzi system (np. centrum danych, budynek, chłodnię lub mroźnię np. w przetwórstwie

żywności) i przetwarza pozyskaną energię odpadową, podnosząc jej temperaturę i dostarczając ją do „gorącej” strony pompy ciepła na potrzeby pobliskiej sieci ciepłowniczej lub do budynku.

Wyższe temperatury niż stosowane do zasilania sieci ciepłowniczych i ogrzewania budynków można osiągnąć poprzez zastosowanie kaskady kilku pomp ciepła, z których każda zasila następną, a wydajność można zwiększyć, łącząc budynki z uzupełniającymi się potrzebami ogrzewania i chłodzenia za pośrednictwem sieci ciepłowniczej i tym samym umożliwiając ponowne wykorzystanie ciepła z systemu chłodzenia jednego budynku do ogrzewania w innym.

Powstające centra danych zużywają duże ilości energii elektrycznej do przetwarzania informacji i wytwarzają dużo ciepła odpadowego. Według IEA zużycie energii elektrycznej w centrach danych w 2022 roku wyniosło 240–340 TWh, czyli ok. 1–1,3% światowego zapotrzebowania na energię elektryczną, a zużycie to rośnie.

Miejskie ciepłownictwo sieciowe w Europie obejmuje ok. 17 tys. podmiotów, obsługujących 67 mln osób, i jest to technologia sprawdzona i perspektywiczna. Ciepło sieciowe ma możliwość korzystania nie tylko z energii odpadowej w przemyśle, ale i z ciepła ze spalarni odpadów czy oczyszczalni ścieków. Wyzwaniem dla ciepłownictwa w UE jest odchodzenie od wytwarzania ciepła z paliw kopalnych na rzecz pozyskiwania ciepła z OZE i z energii odpadowej, czyli ogrzewanie i chłodzenie bez emisji. Wykorzystanie ciepła odpadowego w ciepłownictwie pozwoli obniżyć koszty dla konsumentów poprzez zmniejszenie zapotrzebowania na pierwotne źródła energii i ograniczenie konieczności stosowania dodatkowych systemów grzewczych, ponieważ ponowne wykorzystanie energii jest tańsze, zwłaszcza tej z paliw kopalnych obciążonych kosztami emisji w ramach ETS i ETS2. Potencjał wykorzystania ciepła odpadowego w UE powinien być też wykorzystany w systemach ciepłowniczych do ogrzewania budynków mieszkalnych, tak aby nie musiały one konkurować na rynku energii elektrycznej i coraz bardziej przeciążanych sieci z centrami danych, samochodami elektrycznymi i elektrolizą wodoru.

### Ciepło odpadowe w polityce UE

Ciepło odpadowe ma już pewne umocowanie w prawodawstwie UE. Pakiet „Fit for 55” obejmuje wykorzystanie ciepła odpadowego w ramach wielu przepisów i wskazuje na konieczność zaprzestania marnowania energii cieplnej. Najważniejsze akty prawne UE dotyczące odzyskiwania ciepła odpadowego to: dyrektywa w sprawie OZE (RED III) [2] i dyrektywa w sprawie efektywności energetycznej (EED) [3].

Dyrektywa w sprawie OZE wyznacza ogólny cel – do 2030 roku udział energii ze źródeł odnawialnych i ciepła odpadowego powinien wynieść 43,5%. Aby energia została uznana za ciepło lub chłód odpadowy w rozumieniu tej dyrektywy, muszą zostać spełnione łącznie cztery kryteria:

- Ciepło odpadowe i chłód powinny być „nieuniknione”, czyli nie można ich z powodów technicznych i ekonomicznych uniknąć ani wewnętrznie zużywać lub redukować (na żadnym etapie) poprzez wprowadzenie technicznych i energetycznych usprawnień.
- Wytwarzanie ciepła i chłodu odpadowego powinno być „produktem ubocznym”. Głównym celem procesu nie może być generowanie tej konkretnej frakcji ciepła i chłodu.
- Wytwarzanie ciepła i chłodu odpadowego powinno się odbywać w instalacjach przemysłowych lub energetycznych bądź w sektorze usług.
- Ciepło lub chłód muszą zostać dostarczone do systemu ciepłowniczego lub chłodniczego. Ich odzysk bez dostępu do systemu ciepłowniczego lub chłodniczego (np. na miejscu lub w tym samym budynku) nie może być uwzględniany na potrzeby dyrektywy RED.

Dyrektywa ta zawiera szczegółowe regulacje dot. uwzględniania ciepła i chłodu odpadowego w osiągnięciu celów udziału energii odnawialnej. Nakazuje państwom członkowskim ocenę potencjału wykorzystania energii odnawialnej oraz ciepła odpadowego i chłodu w ich sektorze ogrzewania i chłodzenia. Ocena ta powinna uwzględniać dostępne i ekonomicznie wykonalne technologie do zastosowań przemysłowych i domowych w celu zwiększenia wykorzystania energii odnawialnej w ogrzewa-

niu i chłodzeniu, a w stosownych przypadkach wykorzystanie ciepła odpadowego i zimna poprzez ogrzewanie i chłodzenie sieciowe. Państwa członkowskie powinny podejmować wysiłki w celu zwiększania udziału energii ze źródeł odnawialnych oraz z ciepła odpadowego i chłodu odpadowego w ciepłownictwie i chłodnictwie systemowym o 2,2 punktu procentowego rocznie.

**Z kolei dyrektywa w sprawie efektywności energetycznej (EED) stawia zasadę efektywności energetycznej na pierwszym miejscu.** Zalecenie Komisji 2024/2143 ustanawia wytyczne dotyczące interpretacji art. 3 dyrektywy EED i zawiera przykłady możliwych alternatyw lub rozwiązań uzupełniających do planów dotyczących dodatkowych inwestycji infrastrukturalnych w systemach energetycznych i sektorach nieenergetycznych. Odzysk ciepła odpadowego został wymieniony jako rozwiązanie alternatywne i uzupełniające w sektorach ciepłownictwa, przemysłu oraz technologii informacyjnych i komunikacyjnych.

Ponowne wykorzystanie ciepła odpadowego i integracja tego ciepła w sieciach ciepłowniczych to środki wymienione w obszarze polityki dostaw i dystrybucji energii. A państwa członkowskie powinny podejmować działania w celu rozwoju wydajnej infrastruktury ciepłowniczej i chłodniczej oraz wykorzystania ciepła odpadowego. Gminy mające powyżej 45 tys. mieszkańców powinny szacować i mapować potencjał zwiększenia efektywności energetycznej, w tym odzysku ciepła odpadowego. Dyrektywa określa także warunki, w jakich należy odzyskiwać ciepło odpadowe z centrów danych, i wymaga od operatorów instalacji do wytwarzania energii cieplnej, instalacji przemysłowych, obiektów usługowych i centrów danych analizy kosztów oraz korzyści odzysku przy planowaniu budowy nowych lub znaczącej modernizacji obiektów wytwarzających energię przekraczającą określone progi zużycia – 10 MW dla instalacji wytwarzających energię cieplną, 8 MW dla instalacji przemysłowych, 7 MW dla obiektów usługowych oraz centrów danych o poborze energii powyżej 1 MW.

### Literatura

1. *Odpady w bogactwo: w jaki sposób pompy ciepła mogą przetwarzać ciepło, aby oszczędzać energię – i polityka UE, która ma znaczenie*, EHPA, 2024, [https://www.ehpa.org/wp-content/uploads/2024/12/Waste-into-wealth-through-industrial-heat-pumps-report\\_EHPA\\_December-2024.pdf](https://www.ehpa.org/wp-content/uploads/2024/12/Waste-into-wealth-through-industrial-heat-pumps-report_EHPA_December-2024.pdf) (dostęp: 3.03.2025)
2. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/2413 z dnia 18 października 2023 r. zmieniająca dyrektywę (UE) 2018/2001, rozporządzenie (UE) 2018/1999 i dyrektywę 98/70/WE w odniesieniu do promowania energii ze źródeł odnawialnych oraz uchylająca dyrektywę Rady (UE) 2015/652 (Dz. Urz. UE L 2413 z 31.10.2023)
3. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/1791 z dnia 13 września 2023 r. w sprawie efektywności energetycznej oraz zmieniająca rozporządzenie (UE) 2023/955 (wersja przekształcona) (Dz. Urz. UE L 231 z 20.09.2023)
4. <https://www.ehpa.org/news-and-resources/position-papers/industrial-heat-pumps-to-decarbonise-europe-industry/> (dostęp: 5.02.2026)
5. *Strengthening Industrial Heat Pump Innovation Decarbonizing Industrial Heat*, 2020, <https://www.sintef.no/globalassets/sintef-energi/industrial-heat-pump-whitepaper/2020-07-10-whitepaper-ihp-a4.pdf> (dostęp: 5.02.2026)
6. *The Clean Industrial Deal: A joint roadmap for competitiveness and decarbonization*, [https://commission.europa.eu/document/download/9db1c5c8-9e82-467b-ab6a-905feeb4b6b0\\_en](https://commission.europa.eu/document/download/9db1c5c8-9e82-467b-ab6a-905feeb4b6b0_en) (dostęp: 3.03.2025)
7. *Plan działania na rzecz przystępnych cen energii*, [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pl/ip\\_25\\_570](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pl/ip_25_570) (dostęp: 5.02.2026)
8. <https://www.ehpa.org/policy/industrial-heat-pumps/#> (dostęp: 5.02.2026)
9. <https://www.ehpa.org/news-and-resources/press-releases/industrial-heat-pumps-have-widespread-support-from-eu-countries/> (dostęp: 5.02.2026)
10. <https://www.ehpa.org/news-and-resources/publications/through-pumps-to-pulp-greening-the-paper-industry-heat/> (dostęp: 5.02.2026)

# Materiały stosowane w instalacjach przemysłowych

---

Wśród licznych kluczowych dla przemysłu systemów istotną rolę odgrywają instalacje przeznaczone do transportu różnego rodzaju cieczy, często o własnościach silnie korozyjnych, takich jak: kwasy, zasady, mieszaniny związków chemicznych, czynniki chłodnicze, wody technologiczne i procesowe. Bezpieczna, długotrwała i stabilna praca tych instalacji zależy w dużej mierze od prawidłowego doboru materiału na systemy rurowe oraz wykonania uwzględniającego specyfikę danego materiału.

Instalacje stosowane w przemyśle to m.in.: instalacje kwasów (np.  $H_2SO_4$ ), ługów i zasad (np. 45-proc. roztwór NaOH); instalacje szlamu i ścieków przemysłowych; instalacje wody zdemineralizowanej i zmiękczonej; instalacje reagentów (np. wody chlorowej) czy instalacje wody lodowej lub czynników chłodniczych. Zróżnicowanie zakładów przemysłowych i stosowanych w nich instalacji powoduje konieczność starannego dobierania materiału, z którego wykonany zostanie system rur i kształtek.

## Zasady prawidłowego doboru materiału

Wybierając konkretne rozwiązanie, należy uwzględnić następujące czynniki:

- rodzaj transportowanego medium (w tym cechy takie jak: pH, gęstość, agresywność, korozyjność wobec różnych materiałów) oraz jego stężenie;
- temperatura robocza i ciśnienie robocze;
- rodzaj instalacji (podziemna, naziemna) i miejsce jej prowadzenia (wewnątrz/na zewnątrz – konieczne jest wówczas uwzględnienie oddziaływania zmiennej temperatury oraz promieniowania UV);
- projektowana długość rurociągu.

Rodzaj materiału wpływa na rozwiązania projektowe także ze względu na jego własności hydrauliczne i fizykochemiczne. Należy uwzględnić opory przepływu (zarówno liniowe, jak i miejscowe na kształtkach), ich zmienność w ramach parametrów roboczych oraz ochronę przed uderzeniem hydraulicznym. Z kolei własności fizyczne i mechaniczne tworzyw – w tym rozszerzalność temperaturowa – wpływają na rodzaj, liczbę i odległości podpór lub uchwytów (pod kątem wytrzymałości mechanicznej) oraz sposób realizacji kompensacji wydłużeń temperaturowych. Ważne jest tu także uwzględnienie warunków otoczenia podczas montażu oraz temperatury montażu jako temperatury bazowej do wyznaczania rozszerzenia temperaturowego.

## Stal wysokostopowa

Instalacje technologiczne można wykonywać ze stali wysokostopowej (zawierającej powyżej 8% takich pierwiastków jak chrom, nikiel, wanad, wolfram czy molibden), mającej zwiększoną odporność na zużycie, wytrzymałość, twardość oraz odporność termiczną i korozyjną. Rozwiązanie

to dobrze się sprawdza przy transporcie płynów o niskim pH (kwasy), np. w przemyśle spożywczym i niektórych gałęziach przemysłu chemicznego, nie jest jednak odporne na oddziaływanie cieczy o wysokim pH (tługi i inne zasady).

### Tworzywa termoplastyczne

Bardzo szeroka gama rozwiązań obejmuje tworzywa termoplastyczne (termoplasty) – wykonane z nich rury i kształtki cechują się wysoką odpornością na korozję, wytrzymałością mechaniczną, zdolnością do samokompensacji wydłużeń cieplnych oraz gładką powierzchnią wewnętrzną odporną na tworzenie osadów mineralnych.

Rury z ABS (kopolimer akrylonitrylu, butadienu i styrenu) charakteryzuje wysoka udarność i odporność na zarysowania także w niskiej temperaturze oraz niski współczynnik przewodzenia ciepła –  $0,18 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ . Są one odporne na tługi, rozcieńczone kwasy, oleje i tłuszcze, natomiast podatne na działanie stężonych kwasów, estrów i ketonów oraz oddziaływanie promieniowania UV. Znajdują zastosowanie np. w instalacjach chłodniczych, w których używany jest glikol, i klimatyzacyjnych.

Rury z PE-HD (polietylenu wysokiej gęstości) są lekkie i łatwe w montażu, wykazują jednocześnie odporność na działanie wielu kwasów i zasad. Wysoką żywotność (nawet do 30–50 lat, co potwierdzają długo pracujące instalacje) zawdzięczają także m.in. wytrzymałości mechanicznej i odporności na prądy błędzące. Znajdują zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu, w tym w przemyśle ciężkim czy hydrotransporcie piasku i żwiru, także w przypadku instalacji prowadzonych na zewnątrz ze względu na odporność na promieniowanie UV oraz działanie niskich temperatur.

Rury z PB (polibutylenu) cechują się odpornością na uderzenia i długotrwałe obciążenia, a także na zamrażanie cieczy w instalacji oraz temperaturę medium do 90–95°C. Zachowują elastyczność do  $-15^\circ\text{C}$  – można je łatwo wyginać, co pozwala ograniczyć liczbę połączeń. Rury z PB wykonuje się zwykle z powłoką z kopolimerów winylowo-alkoholowych (EVOH), co zapobiega dyfuzji tlenu. Sprawdzają się przede wszystkim w instalacjach wody lodowej, systemach chłodzenia czy instalacjach wody zdemineralizowanej.

Homopolimer polipropylenu PP-H to materiał o niskiej gęstości ( $0,915 \text{ g}/\text{cm}^3$ ), dzięki czemu jest lekki, a wykonane z niego systemy rurowe są łatwe w montażu. Cechuje go wytrzymałość obwodowa, odporność na ścieranie i korozję powodowaną przez zasady, ale także inne roztwory nieorganiczne i niektóre rozpuszczalniki organiczne, nie sprawdzi się natomiast w pracy ze stężonymi kwasami i halogenkami. Znajduje zastosowanie w instalacjach przemysłu spożywczego, farmaceutycznego oraz chemicznego, w temperaturze roboczej do  $100^\circ\text{C}$ . Jest to jeden z niedrogich termoplastów – ważne, by nie zastępować go jeszcze tańszymi kopolimerami PP-R i PP-B, ponieważ nie są one odporne na substancje utleniające.

W instalacjach przemysłowych stosuje się także rury z PVC. Tworzywo to cechuje się wysoką wytrzymałością na naprężenia i dobrą izolacyjnością termiczną, ma też najmniejszy wśród termoplastów współczynnik liniowej rozszerzalności termicznej, wynoszący dla PVC-U  $0,08 \text{ mm}/(\text{m} \cdot \text{K})$ . Należy także do tworzyw tańszych, ale o potwierdzonych i sprawdzonych własnościach. Jest jednocześnie wrażliwe na warunki zewnętrzne, w tym promieniowanie UV i temperaturę – kruchość tego tworzywa rośnie w niskiej temperaturze. Jego wysoka sprężystość uniemożliwia bezpośrednie betonowanie rur w przegrodzie. Rurociągi z PVC-U (nieplastifikowany polichlorek winylu) zapewniają odporność chemiczną na większość kwasów i zasad, węglowodorów alifatycznych i roztworów soli, pracując efektywnie w temperaturze roboczej do  $60^\circ\text{C}$ . Systemy z PVC-C (chlorowany polichlorek winylu) mają odporność chemiczną na wysoko stężone roztwory mocnych kwasów nieorganicznych i zasad, także w podwyższonej temperaturze roboczej – do  $95^\circ\text{C}$ . Cechują się również wysoką odpornością na ogień. Sprawdzają się w zakładach chemicznych, produkcji papieru i celulozy, obróbki metali czy mikroelektroniki.

## Systemy preizolowane na bazie termoplastów

Tworzywa termoplastyczne mogą być także stosowane jako rury przewodowe w systemach rur przemysłowych preizolowanych. Izolację wykonuje się z pianki PUR oraz płaszcza osłonowego, np. polietylenu o wysokiej gęstości (PE-HD) odpornego na działanie UV i wilgoci lub laminatu poliestrowo-szklanego.

Rury wyprodukowane w takim systemie nie wymagają izolacji czy osłon, a cechują się większą odpornością na oddziaływanie środowiska zewnętrznego i warunki montażu, niskimi współczynnikami przewodzenia ciepła oraz obniżonymi w porównaniu do rur z termoplastów współczynnikami liniowymi wydłużenia temperaturowego (nawet dwukrotnie, rzędu  $0,04 \text{ mm}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ) dla rury przewodowej z PVC) – wiąże się to z możliwością zmniejszenia liczby wymaganych rozwiązań kompensacyjnych i podpór. Koszty inwestycji są niższe w porównaniu do rurociągów izolowanych w sposób tradycyjny.

Rury preizolowane przemysłowe mogą być wyposażone w system alarmujący o nieszczelności, a także kabel grzewczy zapewniający utrzymanie stałej temperatury prowadzonego medium w wymagających tego zastosowaniach.

## Polimery fluorowane

Do tworzyw sztucznych droższych, ale cechujących się najwyższą odpornością, zaliczają się polimery fluorowane – PVDF i ECTFE.

PVDF (kopolimer fluorku winylidenu) zapewnia odporność mechaniczną i wysoką odporność na agresywne ciecze także w warunkach skrajnych (od  $-40$  do  $140^\circ\text{C}$ ). Wykazuje dużą wytrzymałość na warunki środowiska zewnętrznego – promieniowanie UV i działanie niskiej temperatury. Rury z PVDF są lekkie i dzięki temu łatwe w montażu. Można je stosować m.in. w: systemach chemicznej obróbki i dozowania, regeneracji i transportu kwasów, procesach hydrometalurgicznych, w tym obróbki powierzchni stali, a także w instalacjach gorących gazów i spalin.

ECTFE to częściowo fluorowany polimer zachowujący bardzo wysoką odporność chemiczną (porównywalną z teflonem) oraz mechaniczną w ciężkich warunkach korozyjnych (pH od 2 do 12), w temperaturze roboczej od  $0$  do  $80^\circ\text{C}$ . Oferowany jest w zakresie średnic od DN 20 do DN 110, a rury łączone są poprzez specjalistyczne spawanie. Stosuje się go w transporcie agresywnych substancji o wysokim stężeniu (np. kwas siarkowy lub nadtlenek wodoru), olejów (węglowodorów alifatycznych i aromatycznych) czy silnie stężonych (powyżej 85%) kwasów organicznych (mrówkowy, octowy) – często jako rozwiązanie „ostateczne” w zastosowaniach niedostępnych dla innych tworzyw sztucznych.

## Duroplasty – kompozyty poliestrowo-szklane

Do specjalistycznych zastosowań stosuje się kosztowne, ale sprawdzające się w trudnych warunkach rury wykonane z duroplastów – laminatów poliestrowo-szklanych (syntetycznych żywic zbrojonych wzmocnieniami z włókna szklanego – TWS, czyli tworzywa wzmocnianego szkłem), określanych także jako GRP lub FRP (ang. Glass Reinforced Plastic, Fiber Reinforced Plastic). Średnica nominalna rur może wynosić od DN 16 do DN 500 (rury ciśnieniowe) lub do DN 4000 (rury bezciśnieniowe).

Laminaty zapewniają wytrzymałość mechaniczną i trwałość wyższą niż stal, są też odporne na oddziaływanie szerokiego spektrum środków korozyjnych, ścieranie oraz działanie promieni UV i wody. Cechują się antystatycznością, a ich odporność na ogień zależy m.in. od rodzaju żywicy zastosowanych w strukturze laminatu. Znajdują zastosowanie m.in. w zakładach górniczych – wyrobiskach podziemnych i instalacjach powierzchniowych, ale też w transporcie cieczy agresywnych i zawiesin, mieszaniny podsadzkowej (skała płonna, żwir, żużel, popiół granulowany, piasek) czy emulsji olejowo-wodnych, solanki itp.

### Łączenie materiałów na rurociągi przemysłowe

Jakość instalacji tworzywowych zależy od szczelności i trwałości (wytrzymałości) połączeń. Stosuje się klejenie, zgrzewanie doczołowe lub polidyluzyjne oraz zgrzewanie elektrooporowe – sposób łączenia zależy od rodzaju materiału. Chcąc łączyć różne materiały, w tym materiały klejone ze zgrzewanymi, należy zastosować połączenie rozłączne, zależne m.in. od średnic łączonych elementów: kołnierzowe, gwintowane lub śrubunkowe.

Do połączenia klejonego nadają się takie materiały jak PVC-C, PVC-U oraz ABS. Połączenia klejone będą trwałe i szczelne, o ile zapewnione zostaną właściwe warunki ich wykonania. Należy używać kleju przeznaczonego do danego rodzaju rurociągu (co wynika z właściwości fizyczno-chemicznych, a w szczególności z odporności na temperaturę), odpowiednio przechowywanego (zalecana jest ochrona przed nadmiernym nagraniem oraz temperaturą poniżej 0°C), a sam proces musi być starannie przygotowany. Należy też korzystać z odpowiednich narzędzi (przecinak do rur, narzędzie do fazowania i pędzel), rury przyciąć, sfazować i oczyścić, a nakładany klej musi pokrywać wszystkie klejone powierzchnie. Połączenia trzeba wykonywać sprawnie – zastygający klej zmienia swoje własności, zatem praca przy dużych średnicach rur wymaga działania w zespole, aby można było zdążyć zrealizować połączenie. Wykonanie połączenia musi się zakończyć próbą ciśnieniową, przy czym należy ją przeprowadzić po czasie zalecanym przez producenta, w przeciwnym wypadku klej nie uzyskuje pełnej odporności i wytrzymałości.

Za pomocą połączeń klejonych nie można łączyć tworzyw niepolarnych (PP, PE i PB), bo nie rozpuszczają się one w znanych rozpuszczalnikach, co jest konieczne do wykonania trwałego połączenia klejonego, oraz tworzyw PVDF i ECTFE. Stosuje się metody zgrzewania – wysoka temperatura powoduje stopienie materiału na całej grubości ścianki, co umożliwia wykonanie jednorodnego (po ostygnięciu) połączenia. Zwykle przy mniejszych średnicach rur stosuje się zgrzewanie mufowe (polidyluzyjne) z użyciem kształtek nasuwanych na końce rur, a przy większych – zgrzewanie doczołowe. Zgrzewanie wymaga precyzyjnego ustawienia parametrów pracy, w innym przypadku połączenie będzie wadliwe, co prowadzi do nieszczelności (przecieków), mniejszej wytrzymałości skutkującej rozszczelnieniem pracującego systemu czy korozji materiału, występujących często dopiero po pewnym czasie od wykonania połączenia.

Rury przed zgrzewaniem należy zatem oczyścić, równomiernie sfazować i ustawić w osi. Proces zgrzewania powinien być monitorowany (kontrolowany) pod względem temperatury, czasu i docisku urządzenia zgrzewającego, np. zalecana temperatura zgrzewania może się zmienić w przypadku pracy w niższej temperaturze otoczenia. Zbyt krótki czas nagrzewania lub za słaby docisk prowadzi do wykonania zbyt słabego połączenia, a za długi czas nagrzewania lub zbyt mocny docisk powoduje deformację łącza i obniżenie jego wytrzymałości. Należy też zapewnić odpowiedni czas na ostygnięcie i utwalenie wykonanego połączenia przed wykonaniem próby szczelności. Urządzenia zgrzewające powinny być regularnie serwisowane, szczególnie ważna jest wymiana kamieni po wskazanej liczbie cykli pracy.

Podczas łączenia rurociągów muszą zostać zapewnione właściwe warunki pracy, takie jak oświetlenie i temperatura (od 5 do 35°C) oraz wentylacja stanowiska pracy, gwarantujące bezpieczeństwo i komfort, co ma znaczenie dla efektywności i prawidłowości prowadzonych działań.



## Pewne zasilanie gwarantowane instalacji obiektu przemysłowego



SYSTEMY  
DOSTĘPU



OŚWIETLENIE



OGRZEWANIE



MONITORING



MASZYNY  
PRODUKCYJNE



URZĄDZENIA  
IT



KLIMATYZACJA

- **Ciągłość działania**

Linie produkcyjne i magazyn pracują bez przerw – nawet podczas awarii sieci.

- **Niezawodność operacji**

Stabilne zasilanie IT, sterowników PLC i automatyki chroni przed uszkodzeniami i błędami w pracy systemów.

- **Profesjonalne wsparcie**

Bezpłatne doradztwo techniczne producenta – dobór rozwiązań do realnych obciążeń zakładu.

- **Ograniczenie strat**

Ochrona danych, sterowania i infrastruktury zmniejsza koszty przestoju i awarii.

- **Efektywne zarządzanie energią**

UPS umożliwia realne oszczędności finansowe.

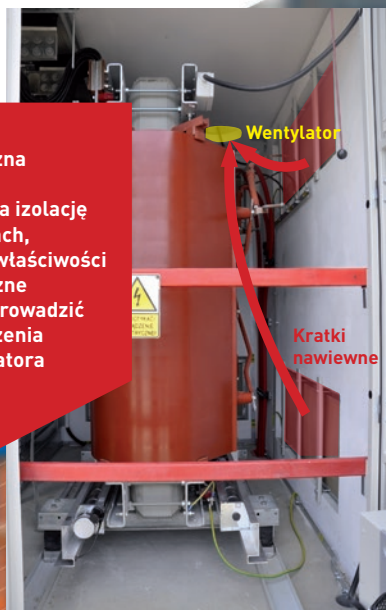
UPS EVER POWERLINE GREEN 33 PRO (10-40 kVA)



61 6500 425  
660 431 991

[zapytanie@ever.eu](mailto:zapytanie@ever.eu)  
[www.ever.eu](http://www.ever.eu)

Nieskuteczna wentylacja przegrzewa izolację w kolumnach, obniża jej właściwości dielektryczne i może doprowadzić do uszkodzenia transformatora



## PRAWIDŁOWE CHŁODZENIE TRANSFORMATORA

Wymuszony nawiew pod każdą kolumnę transformatora



## INNOWACYJNA PRZEMYSŁOWA OBUDOWA TRANSFORMATORA ICZ-E 2500 kVA

Produkt dostarczany według indywidualnego projektu jest wykonywany według niżej wymienionych norm oraz dokumentów normatywnych polskich i międzynarodowych:

### PN-EN 62271-202 p 6.2

Próby sprawdzające poziom izolacji w obudowie prefabrykowanej, strona nn.

### PN-EN 62271-202 p 6.5

Próby nagrzewania głównych komponentów umieszczonych w obudowie prefabrykowanej.

### PN-EN 62271-202 p 6.6

Próby zdolności przewodzenia przez obwody główne uziemiające prądów znamionowego szczytowego i znamionowego krótkotrwałego wytrzymywanego.

### PN-EN 62271-202 p 6.7

Sprawdzenie stopnia ochrony.

### PN-EN 62271-202 p 6.101

Sprawdzenie wytrzymałości obudowy prefabrykowanej na narażenia mechaniczne.

### PN-EN 62271-202 p 6.10

Sprawdzenie obwodów pomocniczych i sterowniczych.