DANTHERMGROUP



Przewodnik
Osuszanie przemysłowe

Osuszanie w praktyce:
zrozumienie, porównanie i dobór odpowiedniego rozwiązania

Dantherm Group
Specjaliści w dziedzinie kontroli klimatu z ponad ***60-letnim*** doświadczeniem w branży przemysłowej

Spis treści

Treści zawarte w niniejszym przewodniku mają charakter interaktywny. Każdy klikalny link przekieruje Cię na wskazaną stronę lub witrynę internetową, co zapewnia łatwą nawigację i płynne czytanie.

1. Dlaczego wilgotność ma znaczenie **3**

Konsekwencje nadmiernej wilgotności 3

Fizyka wilgotności: wilgotność bezwzględna a względna 4

2. Osuszanie kondensacyjne a adsorpcyjne **6**

2.1 Osuszacze kondensacyjne 6

2.2 Osuszacze adsorpcyjne 7

2.3 Tabela porównawcza 8

3. Rozporządzenie UE w sprawie gazów fluorowanych: konsekwencje dla osuszaczy kondensacyjnych **9**

3.1 Ramy prawne 9

3.2 Najważniejsze etapy zmian 9

3.3 Dlaczego R407C jest objęty regulacjami 9

3.4 Przejście na R454C

4. Studia przypadków **10**

5. Inne przykłady zastosowań **12**

6. Przewodnik po wyborze odpowiedniego osuszacza powietrza **15**

Krok 1 — Określenie warunków pracy i wyzwania operacyjnego 15

Krok 2 — Ocena wymagań dotyczących wilgotności 15

Krok 3 — Uwzględnienie obciążenia wilgocią i przepływu powietrza 15

Krok 4 — Zwrócenie uwagi na odprowadzanie kondensatu 16

1. Dlaczego wilgotność ma znaczenie

Zarządzanie wilgotnością jest jednym z najważniejszych i najczęściej pomijanych aspektów utrzymania zdrowego, funkcjonalnego obiektu. Pleśń, korozja, problemy higieniczne, uszkodzenia sprzętu oraz niezgodność z przepisami to bezpośrednie konsekwencje niekontrolowanej wilgoci. Każdy z tych czynników przekłada się na koszty operacyjne i ryzyko związane z ciągłością działania.

Niniejszy dokument jest przeznaczony dla zarządców obiektów i osób podejmujących decyzje, którzy muszą zrozumieć, na czym polega osuszanie, czym różnią się dwie główne technologie oraz jak zastosować usystematyzowaną metodologię w celu wyboru odpowiedniego rozwiązania dostosowanego do konkretnych warunków. Dokument obejmuje również europejskie rozporządzenie w sprawie gazów fluorowanych – kwestia o coraz większym znaczeniu dla każdego, kto planuje zakup lub wymianę urządzeń wykorzystujących czynniki chłodnicze.

Konsekwencje nadmiernej wilgotności

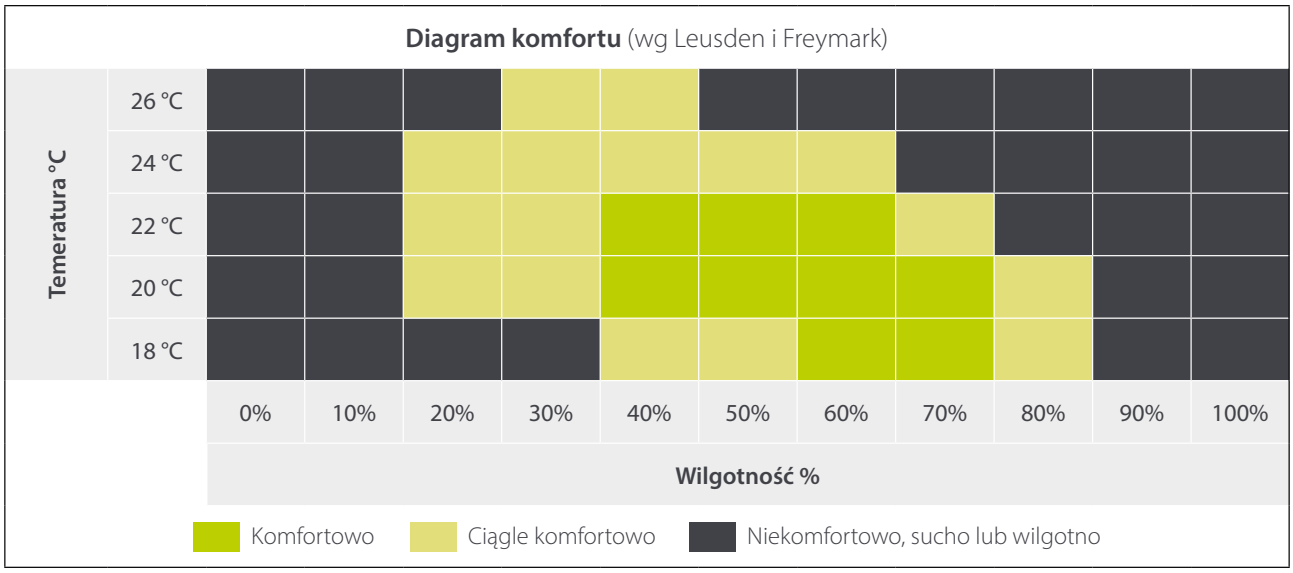
Idealny klimat w pomieszczeniach zależy od dwóch wzajemnie powiązanych czynników: temperatury i wilgotności względnej (RH). Poza przyjętym zakresem komfortu wynoszącym 40–60% RH konsekwencje wykraczają daleko poza sam dyskomfort:

- Rozwój pleśni rozpoczyna się przy poziomach RH powyżej 70%
- Korozja metali może rozpocząć się już przy poziomie RH wynoszącym zaledwie 60%, a w szczególnych przypadkach – takich jak materiały pozłacane (45%) lub w połączeniu z solą morską – nawet przy niższych wartościach
- W środowiskach spożywczych i farmaceutycznych, gdzie często panują warunki chłodnicze, niezbędne jest monitorowanie punktu rosy, ponieważ kondensacja stwarza zagrożenie zarówno dla higieny, jak i zgodności z przepisami.
- Materiały konstrukcyjne, takie jak drewno, płyty gipsowo-kartonowe i izolacja, pochłaniają wilgoć i ulegają stopniowej degradacji

Bezpieczeństwo i higiena pracy

Nie ma konkretnych przepisów UE dotyczących poziomu wilgotności w miejscach pracy, ale w wielu krajach obowiązują normy krajowe, a pracodawcy są generalnie zobowiązani do zapewnienia pracownikom minimalnych standardów bezpieczeństwa i higieny pracy zgodnie z dyrektywą 89/391/EWG, tzw. dyrektywą ramową w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy (BHP). Obejmuje to oczywiście bezpieczne poziomy wilgotności, ponieważ rozwój pleśni w budynkach może prowadzić do problemów zdrowotnych, takich jak dolegliwości układu oddechowego i alergie. Pleśń rozwija się w wilgotnym środowisku i rozprzestrzenia się poprzez zarodniki.

Amerykańska Agencja ds. Bezpieczeństwa i Higieny Pracy (OSHA) przy Departamencie Pracy Stanów Zjednoczonych zaleca utrzymywanie wilgotności w zakresie od 20% do 60%.



Podstawowa zasada

Ciepłe powietrze może pomieścić więcej wilgoci niż zimne. Wraz ze spadkiem temperatury ta sama bezwzględna ilość pary wodnej odpowiada wyższej wilgotności względnej, a ryzyko kondensacji odpowiednio wzrasta. W nieogrzewanym magazynie zimą może występować niebezpiecznie wysoka wilgotność względna, nawet jeśli wydaje się, że powietrze jest suche. Skuteczne osuszanie oznacza kontrolowanie wilgotności względnej, a nie tylko usuwanie stałej ilości wody.

Fizyka wilgotności: wilgotność bezwzględna a wilgotność względna

Powietrze ma ograniczoną zdolność do zatrzymywania pary wodnej. Maksymalna ilość, jaką może ono pomieścić w danej temperaturze, nazywana jest punktem nasycenia lub punktem rosy. Rzeczywista zawartość pary wodnej wyrażona jako ułamek tej maksymalnej wartości to wilgotność względna (RH). Rozważmy następujący praktyczny przykład:

Zakładając, że wskaźnik wilgotności (g/kg suchego powietrza) pozostaje stały podczas ogrzewania powietrza (bez dodawania ani usuwania wilgoci), powietrze rozszerza się, a wilgotność bezwzględna (g/m^3) nieznacznie spada. Powietrze zawierające 5,4 g/m^3 wody w temperaturze 5°C ma wilgotność względną wynoszącą około 80%, co w odpowiednich warunkach wystarcza do rozwoju pleśni i korozji. Po podgrzaniu tego samego powietrza do temperatury 25°C jego wilgotność bezwzględna spada do około 5,0 g/m^3, ponieważ ta sama ilość pary wodnej zajmuje większą objętość. Wilgotność względna spada do około 22–23%, co zazwyczaj jest wartością zbyt niską, by sprzyjać rozwojowi pleśni. Ilość pary wodnej na kilogram suchego powietrza pozostaje niezmieniona; zmieniły się jedynie temperatura i objętość powietrza.

To rozróżnienie ma fundamentalne znaczenie. Szkody spowodowane wilgocią — pleśń, gnicie, rdza — wynikają wyłącznie z wilgotności względnej, a nie z bezwzględnej ilości wody w powietrzu. Należy również zauważyć, że ogrzewanie pomieszczenia obniża jego wilgotność względną; jednak obecna para wodna może nadal skraplać się na zimnych powierzchniach, takich jak rurociągi lub nieizolowane obszary. Dlatego niezbędne jest zrozumienie temperatury punktu rosy w odniesieniu do temperatur powierzchni. Osuszanie bezpośrednio eliminuje przyczynę źródłową.



2. Osuszanie kondensacyjne a adsorpcyjne

W profesjonalnym osuszaniu stosuje się dwie główne technologie: osuszacze kondensacyjne, wykorzystujące czynnik chłodniczy, oraz osuszacze adsorpcyjne, oparte na materiale pochłaniającym wilgoć. Każda z tych technologii działa na innej zasadzie fizycznej i znajduje zastosowanie w określonych warunkach. Wybór niewłaściwej technologii, nawet w przypadku urządzenia o odpowiedniej wydajności, może prowadzić do niewystarczającej skuteczności osuszania, zwiększonych kosztów eksploatacji, a także powtarzających się awarii.

2.1 Osuszacze kondensacyjne

Osuszacze kondensacyjne — zwane również osuszaczami sprężarkowymi — działają na tej samej zasadzie termodynamicznej, co domowa lodówka. Przepuszczają wilgotne powietrze z pomieszczenia przez zimną wężownicę parownika, schładzając je poniżej punktu rosy. Wilgoć skrapla się w postaci kropelek cieczy, które są odprowadzane do zbiornika lub poprzez stałe przyłącze spustowe. Następnie osuszone powietrze przepływa przez ciepłą wężownicę skraplacza, gdzie jest lekko podgrzewane, po czym wraca do pomieszczenia. Technologia ta zapewnia wysoką efektywność energetyczną i skuteczność osuszania w umiarkowanych temperaturach (około 15–35°C). Dzięki temu jest powszechnie stosowana w obiektach komercyjnych oraz w lekkim przemyśle, w pomieszczeniach ogrzewanych lub częściowo ogrzewanych.

Systemy odszraniania

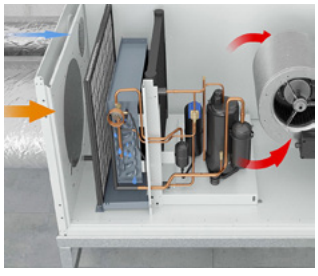
Przy niskich temperaturach otoczenia wężownica parownika może osiągać temperaturę poniżej 0°C, co prowadzi do powstawania lodu i stopniowego ograniczania przepływu powietrza przez wężownicę. Jeśli proces ten nie jest odpowiednio kontrolowany, narastająca warstwa lodu może ostatecznie całkowicie uniemożliwić prawidłową pracę osuszacza. Dlatego wszystkie komercyjne osuszacze kondensacyjne są wyposażone w mechanizm odszraniania. Należy jednak pamiętać, że samo odszranianie jest rozwiązaniem kompromisowym, a nie szybkim i bezwarunkowo skutecznym sposobem na pracę w niskich temperaturach.

Podczas każdego cyklu odszraniania przepływ powietrza jest tymczasowo ograniczony, a aktywne osuszanie zostaje wstrzymane. Gdy nagromadzony lód topnieje, zawarta w nim wilgoć jest uwalniana z powrotem do strumienia powietrza, co oznacza, że osuszacz na krótko przywraca pewien poziom wilgotności do pomieszczenia, zanim wznowi normalną pracę. Jest to normalna i nieunikniona część procesu odszraniania, ale oznacza to, że ogólna wydajność osuszania spada wraz ze spadkiem temperatury otoczenia — im chłodniejsze otoczenie, tym częściej i dłużej urządzenie musi się odszraniać, a tym samym większy jest wpływ na wydajność netto. Rodzaj zastosowanego mechanizmu odszraniania decyduje o tym, jak znaczący jest ten wpływ, a tym samym o tym, na ile urządzenie nadaje się do pracy w chłodniejszych warunkach.

- **Odszranianie z cyrkulacją powietrza:** sprężarka wyłącza się, a ciepłe powietrze z pomieszczenia służy do naturalnego topienia lodu. Jest to proste i skuteczne rozwiązanie, gdy temperatura otoczenia utrzymuje się stale powyżej około 15°C. Poniżej tego progu okresy odszraniania stają się nieproporcjonalnie długie w stosunku do czasu pracy, a wydajność osuszania zmniejsza się do poziomu, w którym urządzenie nie jest już w stanie nadążyć za obciążeniami wilgotnościowymi.
- **Odszranianie gorącym gazem:** gorący gaz chłodniczy jest kierowany bezpośrednio do parownika za pomocą wewnętrznego zaworu, co pozwala usunąć lód w ciągu kilku minut, zamiast polegać na pasywnym ogrzewaniu powietrza. Ponieważ cykle odszraniania są krótkie, zakłócenia przepływu powietrza i uwalnianie wilgoci z powrotem do pomieszczenia są zminimalizowane, a ogólna wydajność jest znacznie lepiej zachowana. Dzięki temu osuszacz może pracować w temperaturach poniżej 15°C.



Wnętrze osuszacza kondensacyjnego, na którym widoczne są (od lewej do prawej): powietrze wlotowe, w tym opcjonalny wlot świeżego powietrza, przez kanały, filtr, wężownica parownika (zimna wężownica), zawór rozprężny, skraplacz, sprężarka oraz wentylator nawiewny.



Wytyczne dotyczące doboru

Jeśli temperatura w pomieszczeniu utrzymuje się stale powyżej 15–18°C, model z odszranianiem cyrkulacyjnym jest ekonomiczny i wydajny. W środowiskach, w których temperatura spada poniżej 15°C lub w których występują sezonowe spadki temperatury, należy wybrać urządzenie z odszranianiem gorącym gazem. Przy temperaturach powyżej około 18°C oba systemy zapewniają porównywalną wydajność. Gdy temperatura otoczenia wynosi poniżej 10°C należy w każdym przypadku wybrać osuszacz adsorpcyjny.

2.2 Osuszacze adsorpcyjne

Osuszacze adsorpcyjne działają na zupełnie innej zasadzie. Zamiast schładzać powietrze w celu skroplenia wilgoci, przepuszczają je przez powoli obracające się koło nasączone materiałem higroskopijnym (zazwyczaj żelem krzemionkowym), który adsorbuje parę wodną z przepływającego powietrza. Oddzielny strumień powietrza regeneracyjnego, podgrzany do wysokiej temperatury, wypłukuje następnie wychwyconą wilgoć z koła adsorpcyjnego i odprowadza ją kanałem na zewnątrz.

Takie podejście zapewnia kilka wyraźnych zalet w porównaniu z technologią kondensacji:

- Skuteczna praca w temperaturach poniżej zera – niskie temperatury otoczenia nie mają negatywnego wpływu na wydajność
- Możliwość osiągnięcia wyjątkowo niskich punktów rosy, znacznie poniżej wartości osiągalnych w systemach kondensacyjnych
- Brak konieczności zbierania kondensatu – wilgoć jest odprowadzana w postaci ciepłej pary przez kanał wylotowy (niektóre osuszacze adsorpcyjne wykorzystują chłodzone powietrzem skraplacze do skraplania pary wodnej, co pozwala na odprowadzenie powstałej wody)
- Stała wydajność, ponieważ technologia adsorpcyjna jest znacznie mniej zależna od temperatury powietrza niż osuszacze kondensacyjne

Ważna uwaga dla projektantów: przemysłowe osuszacze adsorpcyjne odprowadzają wilgoć w postaci ciepłej wody pary wodnej. Wymagają one podłączenia do kanałów wentylacyjnych prowadzących na zewnątrz i nie są wyposażone w wewnętrzne zbiorniki na kondensat. Plany instalacyjne muszą uwzględniać trasę odprowadzania powietrza regeneracyjnego.

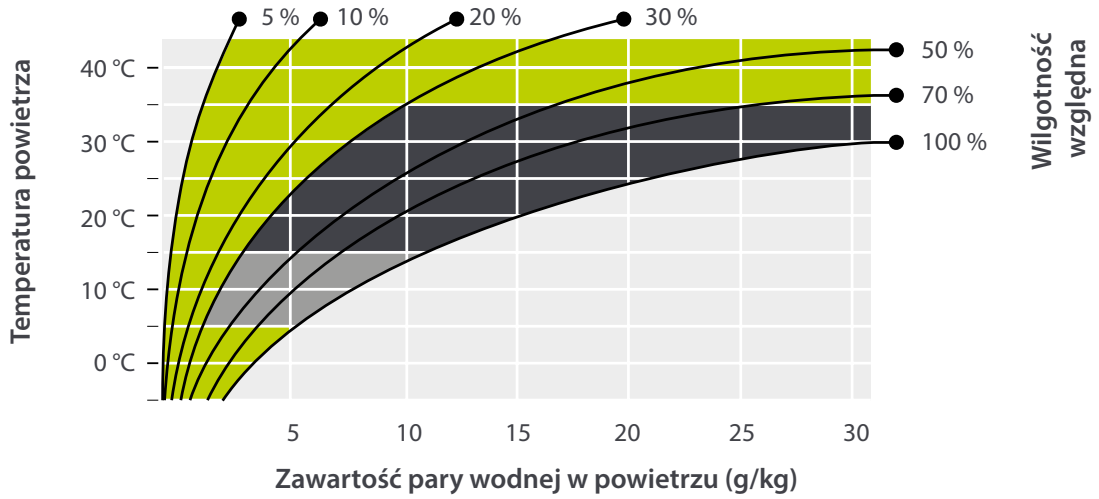


Osuszacz adsorpcyjny TTR 13500 - podgląd na obracające się koło adsorpcyjne.

2.3 Tabela porównawcza

Parametry	Kondensacja	Adsorpcja
Temperatura robocza	15–35 °C	-20–40 °C
Wydajność w niskich temperaturach	Zmniejszona poniżej 15 °C; ryzyko oblodzenia	Doskonała; brak oblodzenia
Minimalna możliwa wilgotność względna	40% wilgotności względnej	Możliwe <10% wilgotności względnej
Efektywność energetyczna	Wysoka przy umiarkowanych temperaturach	Niższa; wymagane ogrzewanie regeneracyjne
Postępowanie z kondensatem	Zbiornik wewnętrzny lub odpływ grawitacyjny	Wymagane kanałowe odprowadzenie pary
Typowe zastosowania	Magazyny, baseny, budynki komercyjne, budownictwo	Chłodnie, przemysł farmaceutyczny, przetwórstwo spożywcze, przemysł chemiczny, nieogrzewane magazyny

Obszary efektywności różnych metod w zależności od warunków klimatycznych w pomieszczeniu



Technologia osuszania działa w szerokim zakresie temperatur, zwłaszcza, gdy docelowa temperatura punktu rosy wynosi (10–15 °C lub mniej)

Osuszacze kondensacyjne z cyrkulacją powietrza/odszranianiem gorącym gazem

Osuszacze kondensacyjne z odszranianiem gorącym gazem teoretycznie działają w temperaturach poniżej 15 °C, choć przy niskiej wydajności. W tym zakresie temperatur lepszym wyborem byłyby osuszacze adsorpcyjne.

3. Rozporządzenie UE w sprawie gazów fluorowanych: konsekwencje dla osuszaczy kondensacyjnych

Europejskie przepisy dotyczące ochrony środowiska zasadniczo zmieniają oblicze technologii osuszaczy kondensacyjnych. Zrozumienie tych zmian regulacyjnych jest ważne dla każdego, kto planuje nową instalację, dobiera sprzęt zastępczy lub zarządza długoterminowym cyklem życia istniejącego systemu osuszania.

3.1 Ramy prawne

Rozporządzenie (UE) 2024/573, które weszło w życie w marcu 2024 r., zastępuje poprzednie rozporządzenie w sprawie gazów fluorowanych (UE) nr 517/2014. Jego nadrzędnym celem jest ograniczenie do 2050 r. emisji fluorowanych gazów cieplarnianych (gazów F) o około 98% w porównaniu z poziomami z 2015 r. Realizacja tego celu odbywa się za pomocą dwóch mechanizmów: stopniowego ograniczania całkowitej ilości HFC dostępnych na rynku UE oraz sektorowych zakazów wprowadzania do obrotu urządzeń wykorzystujących czynniki chłodnicze o wysokim potencjale globalnego ocieplenia (GWP).

3.2 Najważniejsze etapy

Data	Środek regulacyjny
marzec 2024 r.	Wchodzi w życie rozporządzenie (UE) 2024/573, zastępujące rozporządzenie 517/2014.
2025	Ograniczenia dotyczące czynników chłodniczych o współczynniku GWP powyżej 750 mają zastosowanie do nowych kategorii urządzeń.
2027–2030	Stopniowe i znaczące zmniejszenie limitów HFC dostępnych na rynku UE.
2050	Termin docelowy niemal całkowitej eliminacji syntetycznych HFC. Czynniki chłodnicze pochodzenia naturalnego stają się normą.

3.3 Dlaczego dotyczy to czynnika R407C

R407C jest obecnie najczęściej stosowanym czynnikiem chłodniczym w komercyjnych osuszaczach powietrza. Jego potencjał globalnego ocieplenia (GWP) wynosi 1 774, co oznacza, że jeden kilogram tego czynnika uwolniony do atmosfery ma taki sam wpływ na ocieplenie klimatu jak 1 774 kilogramów CO_2. Rozporządzenie w sprawie gazów fluorowanych ma na celu wyeliminowanie właśnie tej klasy emisji.

3.4 Przejście na czynnik chłodniczy R454C

Biorąc pod uwagę te praktyczne ograniczenia, trwa obecnie przejście z R407C na inny syntetyczny czynnik chłodniczy – R454C.

R454C charakteryzuje się jednak nieznacznym spadkiem sprawności termodynamicznej w podwyższonych temperaturach, a także wykazuje niewielką palność, co jednak nie ma istotnego wpływu na większość zastosowań. R454C ma współczynnik GWP wynoszący 148, czyli o ponad 90% niższy niż w przypadku R407C, dzięki czemu jest w pełni zgodny z rozporządzeniem (UE) 2024/573 i będzie nadawał się do stosowania w dającej się przewidzieć przyszłości.

Czynniki chłodnicze pochodzenia naturalnego — propan (R290), amoniak (R717) i dwutlenek węgla (R744) — charakteryzują się znikomym lub zerowym wskaźnikiem GWP, jednak każdy z nich ma praktyczne ograniczenia, które uniemożliwiają ich powszechne zastosowanie: propan jest wysoce łatwopalny, amoniak jest toksyczny w stężeniach powyżej kilkuset części na milion, a dwutlenek węgla wymaga ciśnienia roboczego sięgającego 150 barów, znacznie przewyższającego typowe dla systemów HFC ciśnienie rzędu 15–25 barów.

Istniejące urządzenia napełnione czynnikiem R407C mogą jednak nadal działać, dopóki pozostają sprawne. Ponieważ jednak współczynnik GWP dla R407C przekracza 750, po 2032 r. nie będzie już dozwolone stosowanie nowego R407C do serwisowania. Nadal będzie można stosować wyłącznie R407C odzyskany lub poddany recyklingowi. W praktyce urządzenie z R407C zakupione w 2026 r. będzie mogło prawdopodobnie działać przez dziesiątki lat.

4. Studia przypadków

Poniższe studia przypadków ilustrują różnorodność środowisk, w których profesjonalne osuszanie odgrywa kluczową rolę w funkcjonowaniu obiektów. Każde z nich stanowi odrębne wyzwanie i pokazuje, w jaki sposób wybór technologii wynikał ze specyficznych wymagań danego zastosowania.

Produkcja wina oraz przechowywanie w piwnicy

Valpolicella, Włochy



Wyzwanie

Region Valpolicella jest jednym z najbardziej znanych regionów winiarskich na świecie, gdzie wielowiekowa tradycja zakłada częściowe suszenie zebranych winogron na wentylowanych drewnianych kratach przed tłoczeniem. Podczas tego trwającego wiele miesięcy procesu suszenia kluczowe znaczenie ma kontrolowana wilgotność: zbyt duża wilgotność powoduje gnicie, a zbyt mała – przedwczesne wysuszenie winogron. Podziemne piwnice i jaskinie o kamiennych ścianach, charakteryzujące się ograniczoną wentylacją i wahaniami temperatury, uniemożliwiały stabilną kontrolę wilgotności wyłącznie za pomocą ogrzewania.

Rozwiązanie i wyniki

Wybrano osuszacze kondensacyjne ze względu na ich zdolność do utrzymania ciągłej, zautomatyzowanej kontroli przepływu powietrza w zamkniętych środowiskach o ograniczonej wentylacji. Technologia ta zapewniła spójne i precyzyjne zarządzanie wilgotnością zarówno na etapie produkcji, jak i przechowywania, zachowując cechy jakościowe wina.

Przeczytaj cały opis studium przypadku >

Pomieszczenie czyste w przemyśle farmaceutycznym

Insud Pharma, Hiszpania



Wyzwanie

Insud Pharma, globalny producent farmaceutyczny, wymaga rygorystycznej kontroli warunków środowiskowych w swoich hiszpańskich zakładach produkcyjnych. Pomieszczenia czyste wyposażone w filtry HEPA H14 muszą utrzymywać temperaturę 18 °C przy wilgotności względnej wynoszącej zaledwie 3%, aby spełnić normy FDA i EMA — wilgotność bezwzględna wynosi 0,38 g/kg. Wyzwanie to potęgowały duże natężenia przepływu powietrza wynoszące 11 000 m^3/h oraz znaczne spadki ciśnienia w systemach filtracji z przepływem laminarnym.

Rozwiązanie i wyniki

Technologia adsorpcji była jedynym realnym rozwiązaniem: systemy chłodnicze nie są w stanie osiągnąć tak niskich punktów rosy. Wysokowydajne wentylatory EC z automatyczną kompensacją ciśnienia utrzymywały stały przepływ powietrza pomimo rosnącego oporu filtrów. Reaktywacja parowa zmniejszyła zużycie energii elektrycznej. Przepisy farmaceutyczne wymagają ciągłej, podlegającej audytowi kontroli. Technologia sorpcyjna zapewniła jej realizację.

Przeczytaj cały opis studium przypadku >

Usuwanie skutków zalania

Devon Hills Holiday Park, Wielka Brytania



Wyzwanie

Wielki pożar we wrześniu 2022 r. zniszczył około 50% dachu dwupiętrowego kompleksu rekreacyjnego o powierzchni 800 metrów kwadratowych. Akcja gaśnicza spowodowała znaczne zalanie obu kondygnacji. Prace renowacyjne rozpoczęto w warunkach zimowych, a niskie temperatury otoczenia spowalniały odparowywanie wilgoci, a znacząca wielkość obiektu dodatkowo utrudniała zadanie.

Rozwiązanie i wyniki

Zastosowano przemysłowe osuszacze adsorpcyjne o dużej wydajności, co było jedynym właściwym wyborem, biorąc pod uwagę zimowe temperatury robocze, w których technologia kondensacyjna nie byłaby w stanie działać skutecznie. Urządzenia adsorpcyjne nieprzerwanie usuwały wilgoć przez całą zimę, zapobiegając rozwojowi pleśni i pogorszeniu się stanu konstrukcji.

Przeczytaj cały opis studium przypadku >

Kontrola higieny produkcji żywności

MareDeus Food Solutions, Hiszpania



Wyzwanie

MareDeus to wiodący producent ryb w opakowaniach, którego hale produkcyjne są czyszczone po każdej zmianie za pomocą pary pod wysokim ciśnieniem, co powoduje nasycenie otoczenia wilgocią. Przepisy HACCP surowo zabraniają występowania kondensacji na powierzchniach w obszarach produkcji żywności. Standardowe urządzenia do usuwania kondensacji okazały się niewystarczające, co skutkowało gęstą mgłą i kondensacją w całym łańcuchu produkcyjnym.

Rozwiązanie i wyniki

Technologia osuszania adsorpcyjnego zapewniła usunięcie 492 kg wilgoci na dobę przy przepływie powietrza wynoszącym 4 300 m^3/h, przy temperaturze roboczej wynoszącej –20 °C. Po instalacji firma MareDeus odnotowała: całkowite wyeliminowanie mgły i kondensacji na powierzchniach; skrócenie cykli odszraniania urządzeń chłodniczych; poprawę wyników w zakresie higieny oraz wymierny wzrost wydajności.

Przeczytaj cały opis studium przypadku >

5. Inne przykłady zastosowań

Ze względu na wyjątkowe możliwości, technologia osuszania jest stosowana w wielu wyspecjalizowanych gałęziach przemysłu, w tym w produkcji żywności, farmaceutyce, elektronice, przemyśle obronnym, sektorze usług komunalnych, przemyśle chemicznym, motoryzacyjnym oraz w konserwacji zabytków czy archiwach.

Przemysł spożywczy

Przemysł spożywczy stoi przed licznymi wyzwaniami związanymi z wilgotnością, które wymagają starannego zarządzania, takimi jak:

- Środki higieniczne mające na celu zminimalizowanie zanieczyszczenia mikrobiologicznego i zapewnienie zgodności z przepisami dotyczącymi bezpieczeństwa żywności:
  - Zapobieganie kondensacji i tworzeniu się lodu w temperaturach poniżej punktu zamarzania
  - Hamowanie rozwoju pleśni i grzybów
- Niezależność od warunków klimatycznych i pogodowych w celu zagwarantowania:
  - Stałej jakości produktów
  - Optymalnej wydajności produkcji
  - Skrócenia czasu suszenia
  - Wydłużonego okresu przydatności do spożycia
- Minimalizacja przestojów, na przykład po czyszczeniu lub podczas rozmrażania

Powlekanie

Przykładem mającym zastosowanie zarówno w przemyśle spożywczym, jak i farmaceutycznym jest powlekanie czekoladek lub tabletek cukrem lub sztucznymi substancjami słodzącymi. Jest to proces suszenia warstwa po warstwie, w którym osuszanie przyspiesza odparowanie wody po nałożeniu każdej warstwy, umożliwiając szybsze nałożenie kolejnej warstwy płynnego cukru. Zwiększa to nie tylko wydajność produkcyjną, ale także zapewnia jednolitość i twardość produktu końcowego, ograniczając przypadki powstawania lepkich powłok. Metoda z wykorzystaniem osuszaczy umożliwia przeprowadzenie tego procesu w możliwie najniższej temperaturze.

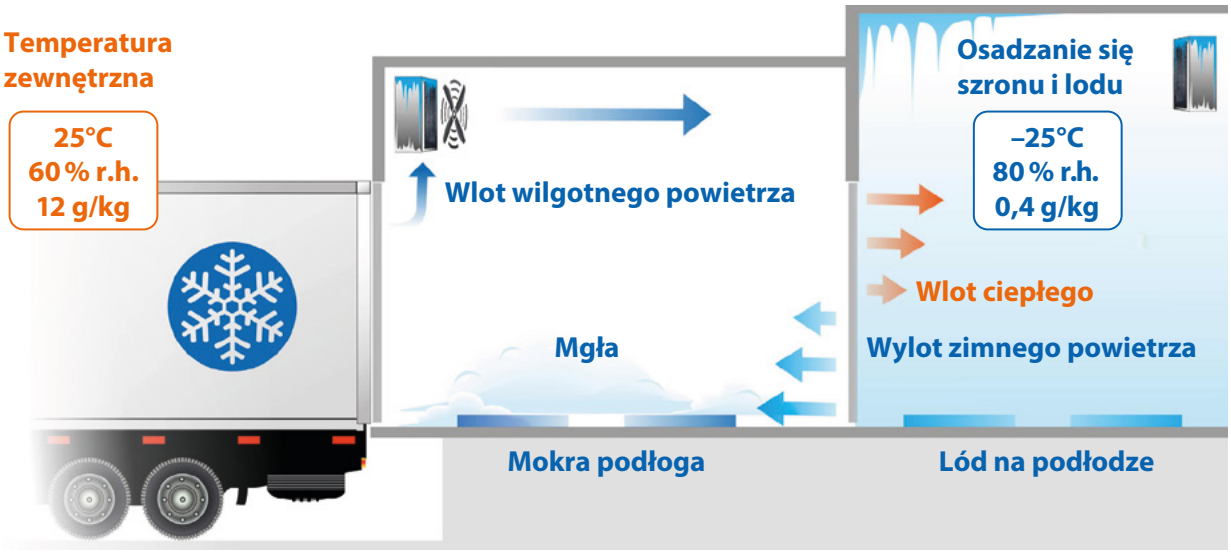




Chłodnie

W strefach załadunkowych chłodni ciepłe, wilgotne powietrze może przedostawać się do magazynu, powodując tworzenie się szronu i lodu, natomiast uciekające zimne powietrze może powodować powstawanie mgły i mokrych podłóg na zewnątrz. W strefie załadunkowej skroplona para wodna może kapać na produkty. Wewnątrz chłodni nagromadzony lód może spadać na produkty i podłogę, a na parowniku może gromadzić się szron. Osuszacz powietrza w rampie załadunkowej może skutecznie:

- Zapobiegać powstawaniu mgły i kondensacji
- Zapobiegać mokrym i śliskim podłogom
- Ograniczyć napływ wilgoci do strefy mrożenia, zapobiegając w ten sposób gromadzeniu się lodu



Przemysł farmaceutyczny

W sektorze farmaceutycznym osuszanie powietrza wspiera również:

- zgodność z GMP
- Utrzymanie stałych warunków przez cały rok
- Zapewnienie precyzyjnego dozowania
- Optymalizację granulacji
- Ułatwienie płynnego przepływu proszku
- Zapobieganie zatykaniu się maszyn, ograniczenie konieczności czyszczenia i przestojów
- Zwiększenie wydajności
- Minimalizacja odpadów
- Utrzymanie warunków higienicznych przy ograniczonym rozwoju mikroorganizmów

Precyzyjna kontrola wilgotności ma szczególne znaczenie podczas produkcji kapsułek żelatynowych oraz pakowania tabletek. Kontrolowana wilgotność pomaga utrzymać sterylność powietrza i wydłuża okres przydatności produktu do spożycia.



Inne branże

W obiektach wojskowych kontrola wilgotności ma zasadnicze znaczenie dla zapobiegania degradacji materiałów i amunicji.

W turbinach wiatrowych i elementach mostowych osuszanie adsorpcyjne zapewnia odpowiedni klimat wewnętrzny, niezależny od temperatur zewnętrznych, co zapobiega korozji.

W przypadku produkcji szkła laminowanego higroskopijna folia z poliwinylobutyralu (PVB) umieszczona pomiędzy taflami nie może wchłaniać wilgoci. Podczas przetwarzania PVB temperatura musi być utrzymywana w zakresie od 18°C do 23°C, przy wilgotności względnej wynoszącej 23–28% i zawartości wody w PVB na poziomie 0,4–0,6%.

Archiwizacja dokumentów papierowych, fotografii, filmów celulozowych, mikrofilmów i starożytnych pergaminów wymaga absolutnie stabilnych poziomów temperatury i wilgotności.

Przedsiębiorstwa wodociągowe muszą kontrolować wilgotność, aby zapobiegać kondensacji, która powstaje, gdy ciepłe powietrze z zewnątrz styka się z zimnymi rurami. Brak odpowiedniej kontroli może prowadzić do korozji, a w konsekwencji do pęknięcia rur. Dlatego tak ważna jest temperatura punktu rosy na powierzchni.



Pyrometr z funkcją pomiaru punktu rosy firmy Trotec, model BP25, mierzy temperaturę powietrza, wilgotność, temperaturę powierzchni (zakres: od -50°C do +260°C) oraz temperaturę punktu rosy (zakres: od -30°C do +100°C).

We wszystkich tych zastosowaniach wspólnym wymogiem jest precyzyjna i stabilna regulacja wilgotności, często w wąskich granicach tolerancji i niezależna od wahań temperatury. Dzięki oddzieleniu obciążenia utajonego (wilgoci) od obciążenia jawnego (temperatury) osuszanie adsorpcyjne zapewnia wymaganą stabilność: stałą wilgotność względną niezależnie od warunków zewnętrznych, chroniąc wrażliwe materiały, konstrukcje i procesy, w których nawet niewielkie wahania mogą grozić degradacją, korozją lub awarią produktu.





6. Przewodnik po wyborze odpowiedniego osuszacza powietrza

Wybór odpowiedniej technologii osuszania oraz wydajności urządzenia wymaga systematycznej oceny warunków zastosowania. Poniższe cztery etapy podsumowują kluczowe czynniki, które należy wziąć pod uwagę, i odnoszą je do głównych dostępnych kategorii produktów.

Krok 1 — Określenie warunków otoczenia i wyzwania operacyjnego

Przed wyborem technologii osuszania należy koniecznie zrozumieć nie tylko warunki środowiskowe panujące w danym obiekcie, ale także podstawowe wyzwanie operacyjne, które determinuje potrzebę kontroli wilgotności.

W wielu projektach nadmierna wilgotność jest główną przyczyną szerszych problemów operacyjnych, związanych z jakością, zgodnością z przepisami lub wydajnością. Dokładne zrozumienie tych kwestii ma kluczowe znaczenie dla wyboru odpowiedniej technologii, prawidłowego doboru wielkości urządzeń oraz określenia realistycznych wartości docelowych wilgotności.

Przeprowadzenie rzetelnej oceny zazwyczaj obejmuje następujące pytania:

- Jakie produkty, materiały lub procesy należy chronić?
- Czy wilgotność powoduje rozwój pleśni, korozję lub kondensację?
- Czy istnieją wymagania dotyczące higieny, zgodności z HACCP, FDA lub GMP?
- Czy wilgoć wpływa na jakość produktu, okres przydatności do spożycia lub integralność opakowania?
- Czy występują problemy operacyjne, takie jak przestoje sprzętu, koszty konserwacji (np. awarie), szron, śliskie podłogi lub dyskomfort pracowników?
- Czy celem jest ochrona aktywów, poprawa stabilności produkcji czy przyspieszenie osuszania po zalaniu?
- Czy środowisko jest stale użytkowane, utrzymywane w kontrolowanej temperaturze czy narażone na przenikanie powietrza z zewnątrz?

Dopiero po jasnym zidentyfikowaniu wyzwania operacyjnego należy ocenić warunki środowiskowe.

Najważniejszą zmienną środowiskową jest zakres temperatur otoczenia, w którym będzie pracować osuszacz. To właśnie on, przed wszelkimi innymi czynnikami, decyduje o tym, która technologia jest odpowiednia.

Krok 2 — Ocena wymagań dotyczących wilgotności

Nie wszystkie zastosowania wymagają tego samego docelowego poziomu wilgotności:

- 40–60% wilgotności względnej: standardowy komfort i ochrona materiałów (budynki komercyjne, magazyny, obiekty rekreacyjne)
- 30–40% wilgotności względnej: wzmożona konserwacja (archiwa, muzea, produkcja elektroniki)
- < 20% wilgotności względnej lub bardzo niska temperatura punktu rosy: przemysł farmaceutyczny, chemiczny, chłodnie — wyłącznie technologia adsorpcyjna

Czasami wilgotność powietrza nie jest jedyną potrzebną wartością. Temperatura powierzchni i temperatura punktu rosy mogą być równie istotne.

Krok 3 — Uwzględnienie obciążenia wilgocią i przepływu powietrza

Wydajność osuszania musi być dostosowana do obciążenia wilgocią w pomieszczeniu. Zbyt mała wydajność urządzenia skutkuje utrzymującą się wysoką wilgotnością; zbyt duża wydajność niepotrzebnie zwiększa koszty inwestycyjne i eksploatacyjne. Kluczowe czynniki to:

- Kubatura pomieszczenia (m^3)
- Liczba osób przebywających w pomieszczeniu lub procesów generujących wilgoć
- Częstotliwość i intensywność czynności generujących wilgoć (czyszczenie parowe, procesy mokre, przechowywanie produktów)
- Szybkość wymiany powietrza z otoczeniem zewnętrznym, na przykład w wyniku otwierania drzwi
-

Krok 4 — Zwrócenie uwagi na odprowadzanie kondensatu

Kwestia ta jest często pomijana w specyfikacji, co powoduje późniejsze ograniczenia instalacyjne:

- Osuszacze kondensacyjne wytwarzają kondensat w postaci cieczy. Należy zapewnić grawitacyjny odpływ do odpowiedniego punktu odprowadzającego lub zaplanować ręczne opróżnianie zbiornika na kondensat.
- Osuszacze adsorpcyjne odprowadzają wilgoć w postaci ciepłej pary przez przyłącze kanałowe. Trasę odprowadzania powietrza regeneracyjnego należy uwzględnić w projekcie instalacji od samego początku.
- Niektóre osuszacze adsorpcyjne są wyposażone w chłodzony powietrzem skraplacz, który wytwarza wodę zamiast odprowadzać wilgotne powietrze. Jest to praktyczne rozwiązanie, jeśli zależy nam na wydajności adsorpcyjnej, ale nie chcemy stosować instalacji kanałowej.

Dantherm Group posiada ponad 60-letnie doświadczenie w projektowaniu i produkcji rozwiązań do kontroli klimatu przeznaczonych do zastosowań mieszkaniowych, przemysłowych i komercyjnych. Nasza oferta obejmuje systemy osuszania kondensacyjnego i adsorpcyjnego stosowane w budownictwie, przy usuwaniu szkód spowodowanych przez wodę, w halach basenowych oraz w dużych obiektach przemysłowych na całym świecie.
Skontaktuj się z Dantherm Group, jeśli potrzebujesz pomocy w ocenie i doborze rozwiązań osuszających.

Dantherm Group
Specjaliści w dziedzinie kontroli klimatu z ponad ***60-letnim*** doświadczeniem w branży przemysłowej



DANTHERMGROUP

DANIA
Dantherm Denmark A/S
DK-7800 Skive
+45 96 14 37 00
sales.dk@danthermgroup.com

NIEMCY
Trotec GmbH
52525 Heinsberg
+49 2452 962-0
vertrieb.de@danthermgroup.com

22844 Norderstedt
+49 40 526 8790
sales.de@danthermgroup.com

FRANCJA
Dantherm Group SAS
69694 Vénissieux Cedex
+33 4 78 47 11 11

67850 Herrlisheim
+33 3 90 29 48 18
sales.fr@danthermgroup.com

HISZPANIA
Dantherm Group SP SAU
28108 Alcobendas, Madrid
+34 91 661 45 00

46980 Paterna, Valencia
+34 961 524 866
sales.es@danthermgroup.com

WIELKA BRYTANIA
Dantherm Group Ltd
Maldon CM9 4XD
+44 (0)1621 856611
sales.uk@danthermgroup.com

WŁOCHY
Dantherm Group S.p.A.
37010 Pastrengo (VR)
+39 045 6770533
sales.it@danthermgroup.com

POLSKA
Dantherm Group Sp. z o.o.
60-003 Poznań
+48 61 65 44 000
sales.pl@danthermgroup.com

NORWEGIA
Dantherm Group AS
3138 Skallestad
+47 33 35 16 00
sales.no@danthermgroup.com

SZWECJA
Dantherm Group AB
602 13 Norrköping
+46 (0)11 19 30 40
sales.se@danthermgroup.com

SZWAJCARIA
Dantherm Group AG
CH-5405 Baden Dättwil
+41 43 500 00 50
sales.ch@danthermgroup.com

BENELUKS
Dantherm Group B.V.
3011 AN Rotterdam
sales.benelux@danthermgroup.com

Partner:

09-2026

BĄDŹ NA BIEŻĄCO
OBSERWUJ NAS NA:

danthermgroup.com