

# PORADNIK Z WIEDZY PRAKTYCZNEJ

**OSUSZANIE  
POWIETRZA**

**WSZYSTKO,  
CO POWINIENES  
WIEDZIEĆ!**

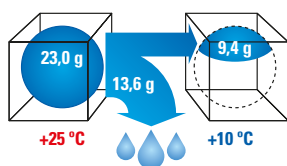


# WILGOTNOŚĆ POWIETRZA - BEZWZGLĘDNA WZGLĘDNA



## OSUSZANIE POWIETRZA

### PRAKTYCZNE INFORMACJE DOTYCZĄCE RÓŻNYCH SYSTEMÓW ORAZ MOŻLIWOŚCI ICH ZASTOSOWANIA



#### Zawartość pary wodnej w powietrzu:

Przy temperaturze powietrza wynoszącej 25 °C, metr sześcienny powietrza może zawierać maks. 23 g wody, co odpowiada 100 % wilgotności względnej.

Po schłodzeniu tej masy powietrza w wyniku kontaktu z zimną powierzchnią do temperatury 10 °C, może ono zawierać już tylko 9,4 g wody.

Różnicowa masa wody skrapla się na chłodnych powierzchniach.

Optymalny klimat wnętrza jest nie tylko podstawowym warunkiem poczucia komfortu, lecz także utrzymania wartości wrażliwych na wilgoć mebli. Niski poziom wilgotności jest także konieczny w celu uniknięcia szkód wynikających z wilgoci, pleśni lub korozji.

Takie parametry klimatyczne są wyznaczane przez dwa, najważniejsze czynniki: Temperatura i względna wilgotność powietrza.

Zgodnie z ilustracją zamieszczoną w górnej części strony 3, poczucie komfortu uzyskuje się przy temperaturze w granicach 20 do 22 °C i względnej wilgotności powietrza od 40 do 60 %. Parametry klimatyczne leżące w powyższych granicach wiążą się z poczuciem pełnego komfortu dla większości ludzi.

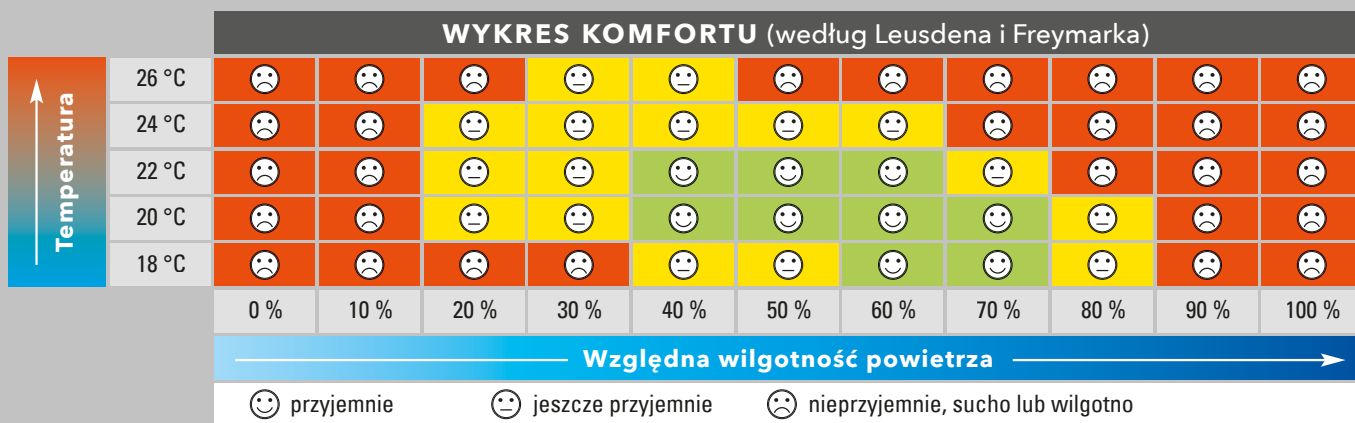
Zbyt wysoka wilgotność powietrza może spowodować różnorakie szkody. Pierwsze widoczne sygnały alarmowe to wilgotne ubrania, nieprzyjemny zapach oraz plamy na ścianach (plamy wilgoci), albo też kiełkujące ziemniaki w pomieszczeniach piwnicznych.

Pamiętaj, że grzyby powstają już od wilgotności powietrza na poziomie 70 %, a korozja pojawia się już od 60 %!

Bez kontrolowania, wilgotność powietrza wewnątrz pomieszczeń może silnie wahać się i rzadko, samoczynnie osiąga optymalny poziom. Jest to także zależne od pory roku oraz warunków klimatycznych panujących na zewnątrz budynku.

#### Wpływ temperatury pomieszczenia na ilość wody zawartej w powietrzu

Temperatura pomieszczenia		25 °C	20 °C	15 °C	10 °C	5 °C
PRZYKŁAD 1: wzgl. wilgotność powietrza stała	względna wilgotność powietrza	80 %	80 %	80 %	80 %	80 %
	Zawartość wody w powietrzu wypełniającym pomieszczenie	18,4 g/m <sup>3</sup>	13,8 g/m <sup>3</sup>	10,2 g/m <sup>3</sup>	7,5 g/m <sup>3</sup>	5,4 g/m <sup>3</sup>
PRZYKŁAD 2: Stać zawartość wody	Zawartość wody w powietrzu wypełniającym pomieszczenie	5,4 g/m <sup>3</sup>	5,4 g/m <sup>3</sup>	5,4 g/m <sup>3</sup>	5,4 g/m <sup>3</sup>	5,4 g/m <sup>3</sup>
	Względna wilgotność powietrza	23,5 %	31,3 %	42,1 %	57,5 %	80 %



## POZNAJ TEORIĘ ZANIM PRZEJDZIESZ DO PRAKTYKI

Podstawy dotyczące wpływu wilgotności powietrza są pomocne w późniejszym utrzymaniu optymalnej wilgotności powietrza. Zdolność powietrza do przyjmowania wody jest ograniczona. Istnieje granica nasycenia powietrza wodą. Jest to ilość pary wodnej, która może zostać zaabsorbowana przez powietrze. Ilość ta jest określana jako bezwzględna wilgotność powietrza i podawana jest w gramach na metr sześcienny powietrza.

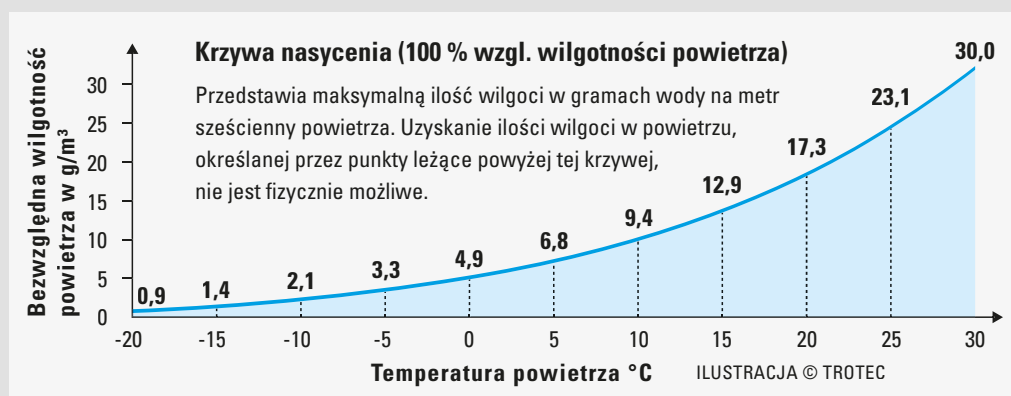
Na tej podstawie określona jest zawartość pary wodnej rzeczywiście znajdującej się w powietrzu. Jest ona następnie odnoszona do maksymalnej ilości pary wodnej znajdującej się w powietrzu przy danej temperaturze. Wynik jest określany jako „względna wilgotność powietrza” (wzgl.wilg.).

Przykładowo, powietrze o względnej wilgotności powietrza wynoszącej 50 % zawiera połowę maksymalnej ilości wody, którą może zawierać powietrze przy danej temperaturze.

### Wszystko zależy od temperatury

Zdolność powietrza do wchłaniania wody jest więc zawsze zależna od panującej temperatury powietrza. Im niższa temperatura powietrza, tym mniej wody może ono zawierać. Zależność ta jest przedstawiona w tabeli na stronie 2 dla pięciu wartości temperatury.

W przykładzie 1, względna wilgotność powietrza zawsze wynosi 80 %, przy czym odpowiadająca jej bezwzględna wilgotność powietrza znacznie waha się w zależności od temperatury.



W przykładzie 2, ilości wody zawartej w powietrzu jest zawsze stała, przy czym wraz ze spadkiem temperatury rośnie względna wilgotność powietrza.

Zależności te nie są proste. Nie ułatwia rozważać także ten fakt, że korozja, stęchlizna lub pleśń zależą wyłącznie od **względnej** wilgotności powietrza, i nie zależą od **bezwzględnej** zawartości wody w powietrzu.

### Względna wilgotność powietrza jest decydująca

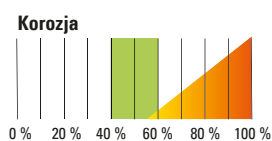
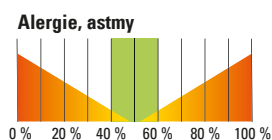
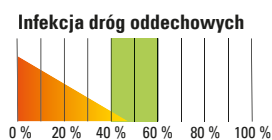
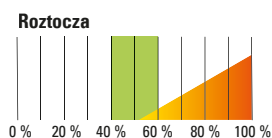
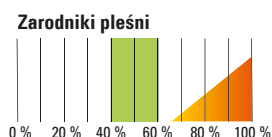
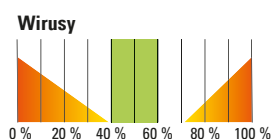
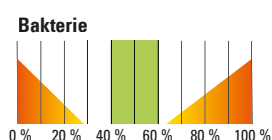
W przykładzie 2, przy temperaturze pomieszczenia wynoszącej 5 °C i zawartości wody 5,4 g/m<sup>3</sup>, względna wilgotność powietrza wynosi 80 %, oznacza zagrożenie powstawaniem pleśni i korozji. Przy 25 °C, ta ilość wody oznacza tylko 23,5 % względnej wilgotności powietrza. Takie powietrze jest zbyt suche i powoduje podrażnienia dróg oddechowych.

Tworzenie się pleśni i korozji w tych warunkach praktycznie nie występuje, choć powietrze zawiera ciągle te same 5,4 g/m<sup>3</sup> wody.

**Kolejny raz okazuje się, że najważniejsze jest kontrolowanie względnej wilgotności powietrza. Nie jest ważne ile wilgoci może zostać odprowadzone z powietrza. Ważny jest poziom względnej wilgotności powietrza!**

Zrozumienie podstawowych zjawisk fizycznych jest jednym z najważniejszych czynników udanego doboru odpowiedniego systemu osuszania powietrza dla konkretnego zastosowania.

Wpływ względnej wilgotności powietrza na uwarunkowania zdrowotne i biologiczne:



- Zdrowe i przyjemne powietrze wewnątrz pomieszczeń
- Rozwój organizmów i oddziaływanie na człowieka i otoczenie

Ilustracje według wykresu Scofield-Sterling



# PUNKT ROŚY W ODNIESIENIU HIGROSKOPIA

Powyższa ilustracja przedstawia zawartość typowego worka z substancją higroskopijną, wykorzystywaną do osuszania powietrza za pomocą granulatu. Te jednorazowe worki zawierają zazwyczaj silnie higroskopijne sole, takie jak chlorek wapnia. Powodują one zmniejszenie wilgotności powietrza przez adsorpcję.

Stosunek kosztów do wydajności tego rodzaju rozwiązań jest bardzo niekorzystny przy bezpośrednim porównaniu z elektrycznymi osuszaczami powietrza wyposażonymi w odzysk ciepłego powietrza.



Worki ze środkiem higroskopijnym są najczęściej stosowane jako chwilowe zabezpieczenie przeciw wilgoci w trakcie transportu takich artykułów jak obuwie, elektronika, walizki, torby lub lekarstwa.

## PROCES OSUSZANIA POWIETRZA

### DWA ZJAWISKA FIZYCZNE - JEDEN CEL: KONTROLOWANE ZMNIJSZENIE ZBYT WYSOKIEJ WILGOTNOŚCI POWIETRZA

Przed przejściem do dokładnego opisu obu zjawisk wykorzystywanych do osuszania powietrza, konieczne jest wyjaśnienie kilku mitów.

#### **Ogrzewanie powoduje zwiększenie temperatury powietrza, nie jego osuszenie**

Ogrzewanie w żadnym wypadku nie jest procesem osuszania powietrza. Ciepłe powietrze może wprawdzie zgromadzić więcej wody niż zimne. W trakcie zwiększania temperatury pomieszczenia przy takiej samej zawartości wody dochodzi wprawdzie do obniżenia względnej wilgotności powietrza.

Z drugiej strony, im większa temperatura powietrza, tym większa jest ograniczająca ją powierzchnia o niższej temperaturze. Na powierzchni ta powoduje kondensację wody. Ogrzewanie powietrza nie powoduje usuwania pary wodnej, zawartość wody w powietrzu pozostaje taka sama.

W celu skutecznego usunięcia wilgoci zawartej w powietrzu, konieczne jest zastosowanie kondensacyjnego lub adsorpcyjnego procesu jego osuszania.

#### **Porównanie kondensacji i adsorpcji**

Wszystkie dostępne na rynku urządzenia, opisywane jako osuszacze niskotemperaturowe, osuszacze kondensacyjne, kondensacyjne osuszacze powietrza lub osuszacze elektryczne lub z systemem Peltiera, bazują na zjawisku kondensacji.

Innym zjawiskiem stosowanym do osuszania powietrza jest efekt osuszania adsorpcyjnego. Efekt ten uzyskać można także poprzez użycie szeroko reklamowanych granulatów. Skuteczne, trwałe osuszenie za pomocą tej metody można osiągnąć tylko pod warunkiem stosowania urządzeń elektrycznych z regeneracją ciepłego powietrza, znanych jako adsorpcyjne osuszacze powietrza.

#### **Wszystko zależy od technologii**

Mimo bogactwa spotykanych na rynku nazw urządzeń, chodzi zazwyczaj zawsze o urządzenia należące do tych dwóch grup, których nazwa jednoznacznie wskazuje na stosowaną technologię osuszania powietrza.

Z wyłączeniem granulatu, wszystkie zasilane elektrycznie urządzenia wykorzystują to samo zjawisko. Powietrze jest pobierane z otoczenia za pośrednictwem wentylatora i tłoczona do wnętrza urządzenia, gdzie zachodzi wychwytywanie wilgoci. Kierowane z powrotem do pomieszczenia suche powietrze miesza się z powietrzem wilgotnym aż do uzyskania wymaganego poziomu wilgotności.

Procesy osuszania, obszary i granice zastosowania tych dwóch grup urządzeń znacznie różnią się między sobą.

# KONDENSACJA

Zgodnie z wykresem nasycenia zamieszczonym na stronie 3, zdolność powietrza do wchłaniania wody zależy wyłącznie od temperatury. Im niższa temperatura, tym mniej wody może znajdować się w powietrzu.

Co stanie się, gdy nasycone wodą powietrze zostanie gwałtownie schłodzone na przykład w wyniku kontaktu z zimną wodą?

W tym przypadku, granica nasycenia wodą odpowiadająca 100 % wilgotności względnej jest przekraczana, co powoduje, że powietrze nie jest w stanie pochłonąć większej ilości wilgoci. Skutkiem będzie kondensacja wody na chłodnych powierzchniach.

## Ograniczona zdolność powietrza do wchłaniania wody

Przy określonej temperaturze granicznej, para wodna kondensuje do postaci wody. Temperatura ta określana jest jako temperatura punktu rosy. Zjawisko to obserwujemy także na przykład na zroszonej powierzchni zimnej butelki w lecie. Zachodzi ono także zimą i powoduje parowanie szyb i lusterek w łazienkach w trakcie korzystania z prysznicy. Także poranna mgła jest widocznym znakiem zimnego powietrza i przesyconia parą wodną.

Obniżenie temperatury powietrza powoduje więc zmniejszenie zdolności do utrzymywania pary wodnej. Nadmiar pary wodnej kondensuje na zimnych powierzchniach.

Zjawisko to jest wykorzystywane w kondensacyjnych osuszaczach powietrza, zwanych też z tego powodu osuszaczami niskotemperaturowymi. Przepływające powietrze schładzane jest poniżej temperatury punktu rosy, zawarta w powietrzu wilgoć osadza się na zimnych powierzchniach.

Oferta rynkowa osuszaczy niskotemperaturowych obejmuje zarówno wysokiej wydajności osuszacze kondensacyjne z technologią sprężarkową, tzw. sprężarkowe urządzenia chłodzące, jak i bardzo kompaktowe osuszacze elektryczne lub osuszacze Peltiera o niskim względnym zużyciu energii, ale także znacznie niższej skuteczności i znacznie gorszym bilansie energetycznym.

W uproszczeniu, do odebrania z powietrza jednego litra wody, osuszacze elektryczne potrzebują cztery razy więcej energii niż agregaty sprężarkowe.

# ADSORPCJA

W odróżnieniu od osuszaczy kondensacyjnych bazujących na występowaniu temperatury punktu rosy, osuszacze adsorpcyjne wykorzystują zjawisko sorpcji. Odbieranie wody z powietrza następuje w wyniku różnicy ciśnienia pary wodnej pomiędzy wilgotnym powietrzem a higroskopijnym środkiem sorpcyjnym.

Ta kategoria zawiera także granulaty osuszające. W najlepszym wypadku urządzenia takie nadają się tylko do utrzymywania niskiego poziomu wilgotności w małych, zamkniętych pomieszczeniach.

## Ograniczenia w zastosowaniu granulatu jako permanentnego rozwiązania

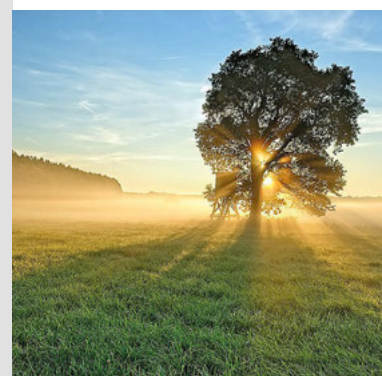
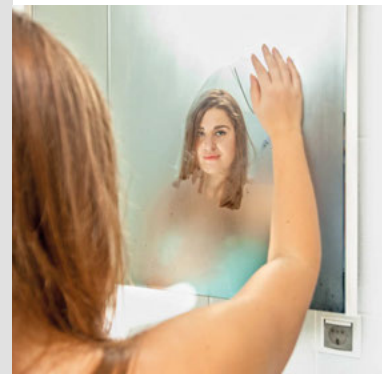
Podstawowym obszarem zastosowania worków osuszających jest chwilowe zabezpieczenie wrażliwych na wilgoć artykułów w trakcie transportu i magazynowania. Każdy z nas spotkał się z małym woreczkiem dołączonym do przesyłki zawierającej elektronikę, medykamenty lub ubrania.

Granulaty nie są jednak alternatywą dla osuszaczy powietrza. Dodatkowo są one kosztownym rozwiązaniem jednorazowym, ponieważ wymagają ciągłego i regularnego nabywania świeżych worków z granulatem stosowanych w zbiorniku, który nie jest przystosowany do regeneracji granulatu. Substancja higroskopijna pobiera wodę podobnie jak gąbka. Po całkowitym nasyceniu wodą, substancja higroskopijna musi zostać wymieniona. Na dłuższą metę jest to rozwiązanie niezwykle kosztowne i szkodliwe dla środowiska naturalnego.

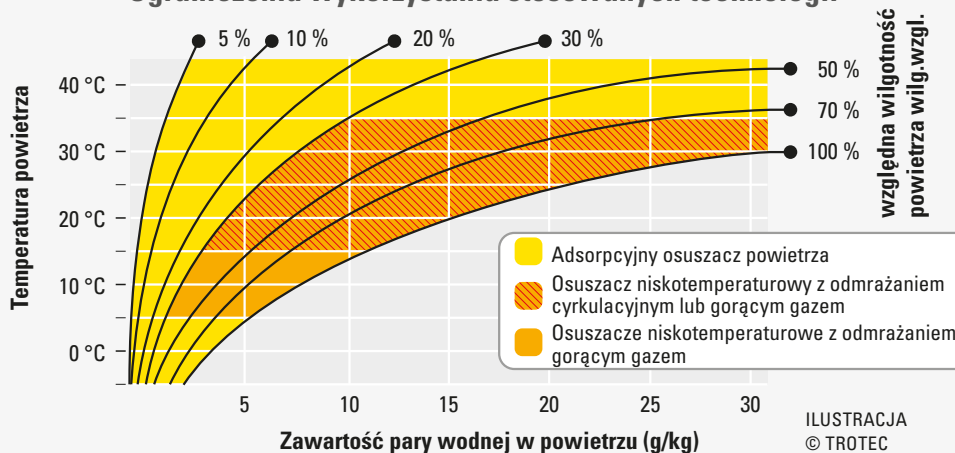
Wada taka nie występuje w przypadku urządzeń elektrycznych wyposażonych w regenerację ciepłego powietrza. Urządzenia takie posiadają obracający się wirnik, pokryty silnie higroskopijnym materiałem jak np. żel silikonowy lub chlorek litu. Substancja ta odbiera wilgoć z powietrza przepływającego przez wirnik.

Ciągłe pobieranie wilgoci przez wirnik wymaga jego osuszenia, realizowanego przez funkcję regeneracji ciepłego powietrza. Obszar regeneracji wirnika osuszającego jest opływany przez gorące powietrze. Odbiera ono parę wodną, pobraną wcześniej przez żel silikonowy, pokrywający wirnik.

Kondensacja ciagle nam towarzyszy. Dotyczy to korzystania z prysznicy, powstawania porannych mgieł lub korzystania z zimnych napojów. Osuszacze niskotemperaturowe wykorzystują kondensację wody podczas kontaktu wilgotnego powietrza z zimnymi powierzchniami.



## Ograniczenia wykorzystania stosowanych technologii



ILUSTRACJA  
© TROTEC

Zasada adsorpcji jest wykorzystywana nawet w żwirze dla zwierząt domowych. Bardzo higroskopijny materiał wchłania wszystkie ciecze i wymaga regularnej wymiany.





Osuszanie niskotemperaturowe na żywo: Zimny parownik osusza powietrze schładza przepływające powietrze poniżej temperatury punktu rosy, skroplona woda kondensuje na ożebrowaniu i przewodzie chłodzącym.

## TECHNICZNE RÓŻNICE I ZASADA DZIAŁANIA

### OSUSZACZ KONDENSACYJNY ZE SPRĘŻARKĄ

Większość zastosowań w warunkach domowych realizowana jest w zakresie temperatur od 12 do 25 °C. W tym obszarze parametrów eksploatacyjnych osuszacze niskotemperaturowe są najczęściej stosowane ze względu na bardzo atrakcyjny stosunek ceny do parametrów, skuteczności i wydajności energetycznej.

Sprężarkowe osuszacze kondensacyjne działają w sposób podobny do lodówek. Wewnątrz urządzenie kryje się ciśnieniowy system chłodzenia, tłoczący środek chłodniczy pomiędzy dwoma wymiennikami ciepła - skraplaczem i parownikiem.

#### Wykorzystanie gwałtownego schładzania

Kompresor i zawór rozprężny różnicują ciśnienie, jakiemu poddawany jest środek chłodniczy w tym zamkniętym obiegu. Dzięki temu, sprężany gaz zwiększa swoją temperaturę a w trakcie rozprężania po stronie parownika schładza się głęboko poniżej temperatury pomieszczenia.

W parowniku następuje bardzo szybkie obniżanie temperatury. Powietrze jest gwałtownie chłodzone poniżej temperatury punktu rosy, dzięki czemu zawarta w nim wilgoć kondensuje do postaci kropeł wody gromadzonych w zbiorniku. Zimne, suche powietrze jest prowadzone przez gorący skraplacz, odbiera jego ciepło i

następnie jest kierowane jako suche, ciepłe powietrze z powrotem do pomieszczenia, gdzie jest nasycane wilgocią.

#### Wyeliminowanie zagrożenia zamrażaniem

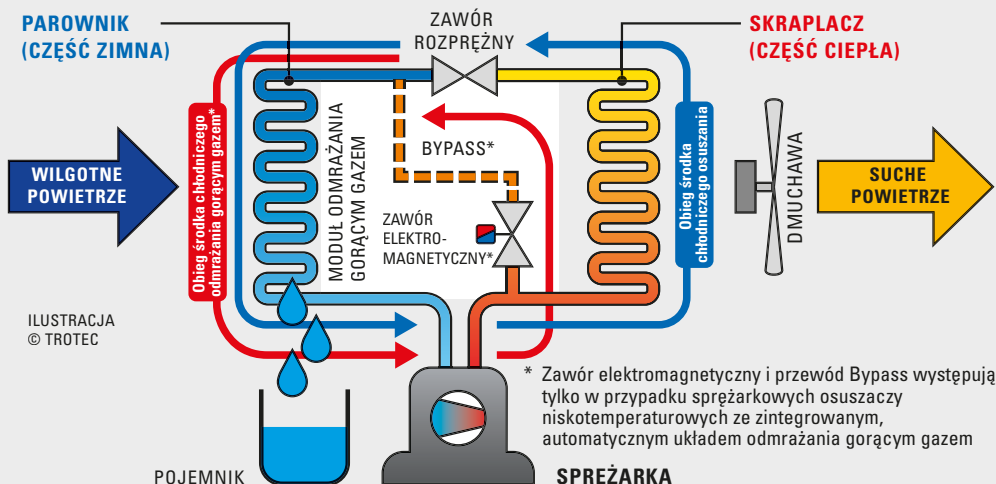
W zależności od temperatury toczenia i wilgotności powietrza, parownik może uzyskać bardzo niskie temperatury, łącznie z osadzaniem się lodu na jego powierzchni przy temperaturach poniżej 15 °C.

Narastająca warstwa lodu powoduje niedrożność ożebrowania (oblodzenie) i zmniejsza wydajność osuszania urządzenia.

Z tego względu, wszystkie sprężarkowe osuszacze kondensacyjne są wyposażone w systemy regularnego odmrażania parownika, najczęściej z zastosowaniem gorącego gazu. Dalsze informacje zamieszczono w rozdziale „Typy odmrażania” na stronie 7. Brak procesu rozmrażania w recyrkulacji lub gorącym gazem oznaczałby całkowite zamrożenie parownika (części zimnej) aż do całkowitej niedrożności i zablokowania przepływu powietrza.



## Zasada działania sprężarkowego osuszacza niskotemperaturowego



## TYPY ODMRAŻANIA STOSOWANE W SPRĘŻARKOWYCH OSUSZACZACH NISKOTEMPERATUROWYCH

### ODMRAŻANIE CYRKULACYJNE

Ten typ odmróżania następuje w sterowanym elektronicznie lub czujnikiem trybie cyrkulacji. Jest to tzw. odmróżanie elektroniczne lub elektryczne.

Znaczne oblodzenie parownika powoduje wyłączenie kompresora i uruchomienie procedury odmróżania, w czasie której zazwyczaj dmuchawa pracuje nadal, a parownik jest rozmrażany ciepłym powietrzem znajdującym się w pomieszczeniu.

Proces ten jest szeroko stosowany i skuteczny w przypadku ogrzewanych pomieszczeń o temperaturze powyżej 15 °C.

Zastosowanie tego rodzaju osuszaczy w niższej niż 15 °C temperaturze oznacza obniżenie się temperatury powierzchni parownika poniżej 0 °C, co powoduje silne oblodzenie parownika. Z tego powodu, urządzenia takie są rozmrażane w trybie cyrkulacyjnym praktycznie ciągle, co oznacza znaczne wydłużenie czasu odmróżania.

Osuszacze powietrza z odmróżaniem cyrkulacyjnym nie mogą być praktycznie stosowane do regularnego osuszania w takich warunkach, ponieważ urządzenie praktycznie ciągle pracuje w trybie odmróżania.

Z tego względu, osuszacze niskotemperaturowe z odmróżaniem cyrkulacyjnym są przeznaczone wyłącznie do umiarkowanych temperatury powietrza, leżących powyżej 15 °C. Z ekonomicznego punktu widzenia, niemal zawsze sprawdzą się one w pomieszczeniach ogrzewanych.

### ROZMRAŻANIE GORĄCYM GAZEM

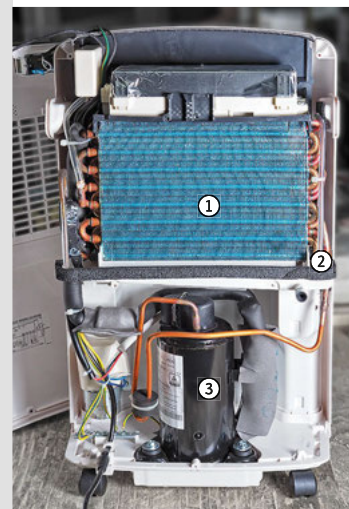
Osuszacze powietrza przeznaczone do chłodnych pomieszczeń nie są wyposażone w odmróżanie cyrkulacyjne, lecz w system rozmrażania gorącym gazem stosowany w procedurze obejściowej.

Gorący gaz obiegu chłodzenia jest wykorzystywany do szybkiego i skutecznego odmróżania. W początkowej fazie oblodzenia następuje automatyczne otwarcie specjalnego zaworu elektromagnetycznego, kierującego gorący gaz ze sprężarki nie do skraplacza, lecz za pośrednictwem zaworu elektromagnetycznego bezpośrednio do parownika. Po zakończeniu odmróżania zawór ten zamyka się i następuje powrót do normalnej pracy obiegu chłodzenia w trybie osuszania powietrza.

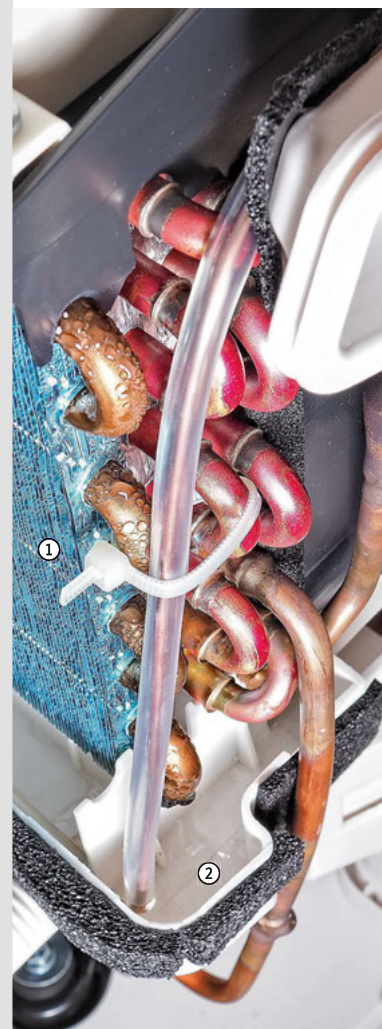
W odróżnieniu od odmróżania obiegowego, automatyczny układ odmróżania gorącym gazem pozwala na uzyskanie bardzo krótkich faz odmróżania, trwających tylko kilka minut. Przyczynia się to do skutecznego osuszania w niskich temperaturach. Możliwość taka jest koniecznym warunkiem zastosowania urządzeń w pomieszczeniach bez ogrzewania. Pamiętajmy, że faza osuszania trwa tylko po zakończeniu fazy odmróżania.

W przypadku osuszania nieogrzewanych pomieszczeń przy temperaturach spadających poniżej 15 °C, osuszacze powietrza z odmróżaniem gorącym gazem uzyskują znacznie wyższą wydajność. Przy temperaturach powyżej 15 °C urządzenia z systemami odmróżania gorącym gazem oraz odmróżaniem cyrkulacyjnym uzyskują podobną sprawność, przy temperaturach powyżej ok. 18 °C sprawność ta jest praktycznie identyczna.

**Podsumowanie:** Osuszacze niskotemperaturowe z odmróżaniem gorącym gazem to urządzenia uniwersalne, ponieważ zastosowany system odmróżania pozwala na ich eksploatację w temperaturach od 5 °C do 35 °C. Dzięki temu urządzenia te mogą być wykorzystywane zarówno w ciepłych, jak i zimnych pomieszczeniach, w lecie oraz w zimie. Ze względu na swą zasadę działania, urządzenia z odmróżaniem cyrkulacyjnym są przystosowane do ekonomicznej i skutecznej pracy tylko w zakresie temperatur od 15 °C do ok. 35 °C.



Otwarty w celach serwisowych sprężarkowy osuszacz niskotemperaturowy składa się ze zintegrowanego wymiennika ciepła z umieszczonym przed nim parownikiem (1), na którego zimnej powierzchni zachodzi skraplanie pary wodnej. Skropliny są odprowadzane do umieszczonej poniżej rynny (2) i następnie do zbiornika kondensatu. W dolnej części urządzenia widoczna jest sprężarka (3) środka chłodniczego.



Przykładowe porównanie wielkości typowych elementów Peltiera, stosowanych także w małych osuszaczach powietrza.



Ilustracja po prawej stronie przedstawia otwarty osuszacz elektryczny z elementem Peltiera, znajdujący się za odkręconym radiatorem.



## OSUSZACZ KONDENSACYJNY Z SYSTEMEM PELTIERA ALIAS ELEKTRYCZNY LUB PÓŁPRZEWODNIKOWY OSUSZACZ POWIETRZA

Podobnie jak w przypadku osuszaczy sprężarkowych, także w przypadku tego typu urządzeń, w ich wnętrzu wykorzystywana jest niska temperatura powierzchni, powodująca skroplenie wody zawartej w powietrzu.

Osuszacze powietrza z systemem Peltiera nie wykorzystują sprężarki, lecz zintegrowany element Peltiera, nazywany czasami TEC (theroelectric cooler).

Ten kompaktowy przetwornik termoelektryczny wykorzystuje i bierze swą nazwę od efektu Peltiera. Polega on na wytwarzaniu różnicy temperatur pomiędzy dwoma płytkami elementu, pomiędzy którymi przepływa prąd elektryczny. Jedna z tych płytek znacznie się nagrzewa, druga zaś silnie chłodzi. Różnica temperatur pomiędzy dwoma stronami elementu może sięgać nawet 70 °C.

Elementy Peltiera są bardzo kompaktowe i są stosowane na przykład w miniaturowych lodówkach, mobilnych lodówkach kempingowych lub do chłodzenia elementów komputerów PC.

W przypadku osuszaczy kondensacyjnych z elementem Peltiera, zintegrowana w urządzeniu dmuchawa pobiera powietrze z pomieszczenia i kieruje je na chłodną stronę elementu. Na powierzchni tego elementu powietrze jest schładzane poniżej temperatury punktu rosy. Woda wytrąca się na powierzchni i jest odprowadzana do zbiornika.

Suche powietrze jest następnie kierowane na gorącą stronę elementu, odbiera od niego ciepło i, będąc suchym i ciepłym powietrzem, jest ponownie kierowane do pomieszczenia.

Ze względu na zasadę działania, osuszacze kondensacyjne z systemem Peltiera nie wymagają stosowania odmrażania. Dodatkowo umożliwiają one konstruowanie bardzo małych i cichych urządzeń ponieważ zastosowanie powodującego hałas kompresora nie jest konieczne.

Wadą tych osuszaczy powietrza jest mały zasięg działania i relatywnie niski współczynnik skuteczności, sięgający maksymalnie 25% skuteczności urządzenia wyposażonego w kompresor. Z tego względu, elementy termoelektryczne nie mogą być uważane za alternatywę sprężarkowych urządzeń chłodniczych. Wynika to także z faktu, że moc poszczególnych elementów Peltiera nie może być łatwo i bez ograniczeń zwiększana.

Z tego powodu, z dużą ostrożnością traktować należy deklaracje innych producentów o wydajności rzędu jednego litra na kWh. Porównanie takie nie jest uzasadnione, ponieważ osuszacze powietrza systemu Peltiera nie mogą być skalowane i w żadnym wypadku nie umożliwiają uzyskania wydajności osuszania oferowanej przez osuszacze niskotemperaturowe. W praktyce urządzenia te nie są w stanie wychwycić więcej niż jednej małej szklanki wody (0,1 - 0,2 l) w ciągu 24 godzin.

Osuszacze powietrza z systemem Peltiera i osuszacze sprężarkowe mogą być porównywane w ograniczonym zakresie, ponieważ ze względu na różne zasady działania, są one przeznaczone do różnych obszarów zastosowań.

Będąc od wielu lat czołowym producentem mobilnych urządzeń do osuszania uważamy, że urządzenia z systemem Peltiera sprawdzają się tylko w zamkniętych pomieszczeniach o bardzo małej kubaturze (2 - 10 m<sup>3</sup>) i bez źródła wilgoci, na przykład w szafach na ubrania i obuwie, sypialniach lub małych toaletach bez okien.

Urządzenia z systemem Peltiera nie nadają się do osuszania całych pomieszczeń, niezależnie od sugestii zawartych w niektórych materiałach reklamowych.



Bardzo kompaktowy osuszacz powietrza z systemem Peltiera TTP 2 E firmy Trotec mieści się w kartce formatu DIN-A5 i nie powoduje w trakcie pracy żadnego hałasu.

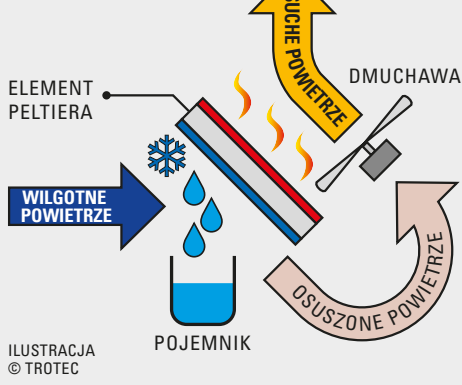
### Dodatkowa uwaga:

Uzyskanie wydajności osuszacza niskotemperaturowego czyli odprowadzenie 10 lub 20 litrów w przeciągu 24 godzin wymaga zastosowania 40 lub 80 elementów Peltiera w jednym urządzeniu!

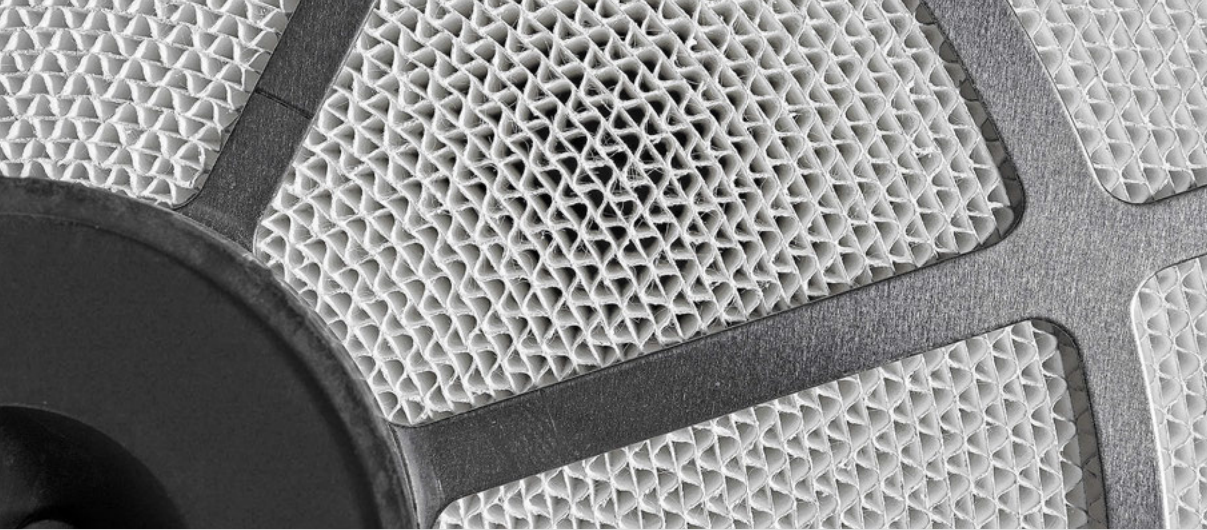
Wymiary takiej konstrukcji byłyby ogromne. To samo dotyczy także zużycia energii. Alternatywą może być rozmieszczenie 40 lub 80 pojedynczych urządzeń Peltiera w całym pomieszczeniu. To rozwiązanie będzie niewątpliwie rzucać się w oczy ☹️.

### Osuszacze powietrza z systemem Peltiera

#### Zasada działania







Szczegółowy widok koła suszącego komfortowego, adsorpcyjnego osuszacza powietrza TTR 57 E. Wirlnik jest pokryty żelem silikonowym, który jest materiałem osuszającym o bardzo higroskopijnej powierzchni. W przypadku profesjonalnych adsorpcyjnych agregatów osuszających, jeden gram tego materiału ma powierzchnię przekraczającą 700 metrów kwadratowych. Niecałe 10 gramów ma więc powierzchnię całego boiska piłkarskiego.

## ADSORPCYJNY OSUSZACZ POWIETRZA

### URZĄDZENIA PRZEMYSŁOWE Z ODPROWADZANIEM WILGOTNEGO POWIETRZA

Profesjonalne, adsorpcyjne osuszacze powietrza są zazwyczaj stosowane w przemyśle tam, gdzie konieczne jest odprowadzanie dużych ilości wilgoci także przy niskich temperaturach. Uzyskanie odpowiednich parametrów ekonomicznych i technologicznych możliwe jest wyłącznie poprzez zastosowanie adsorpcyjnych osuszaczy powietrza.

Przemysłowe, adsorpcyjne osuszacze powietrza są, w odróżnieniu od urządzeń dla klientów indywidualnych, wyposażone w mniejszą liczbę funkcji zwiększających komfort. Wyróżnia je natomiast najwyższa wytrzymałość, żywotność, krótkie czasy przestojów i najwyższa wydajność osuszania powietrza. Ze względu na duży przepływ powietrza, w przypadku takich urządzeń wilgotne powietrze nie jest poddawane kondensacji wewnątrz urządzenia. Stosuje się natomiast bezpośredni wydmuch gorącej pary wodnej oraz jej odprowadzanie na zewnątrz za pośrednictwem węża lub kanału. Rozwiązanie to jest podobne do stosowanych w domowych suszarkach do bielizny.

W nie zalecamy wyboru modelu przemysłowego do zastosowań domowych, ponieważ urządzenia takie nie posiadają zintegrowanego zbiornika na wodę.

### KOMFORTOWE URZĄDZENIA ZE SKRAPLACZEM

Urządzenia przeznaczone do zastosowania domowego wykorzystują zjawisko identyczne ze stosowanym w osuszaczach adsorpcyjnych do zastosowań przemysłowych.

Powietrze pobrane z pomieszczenia jest prowadzone przez obszar osuszania obracającego się wirnika, pokrytego higroskopijnym środkiem sorpcyjnym, wychytującym wilgoć zawartą w powietrzu. Osuszone w ten sposób powietrze jest wydmuchiwane do pomieszczenia.

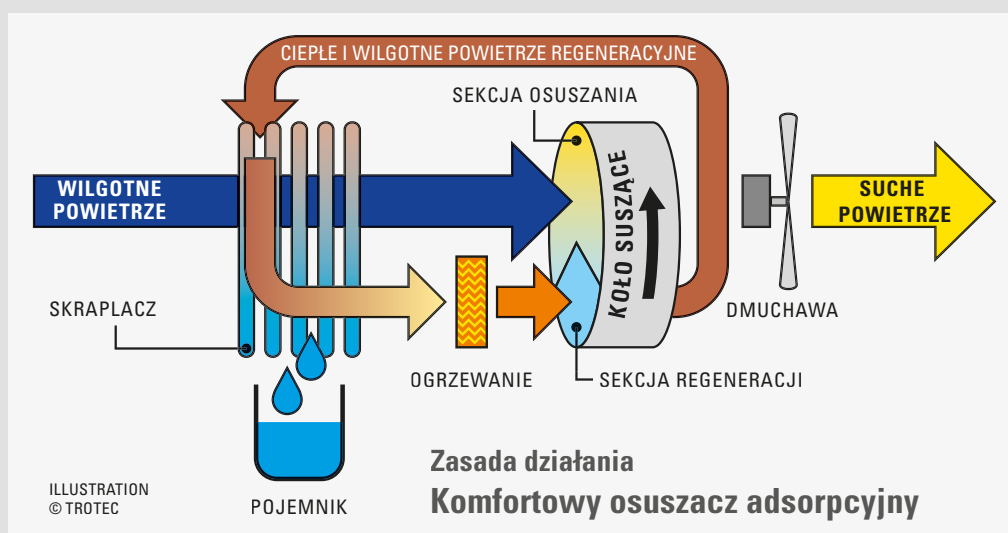
Osuszenie wirnika i przygotowanie go do ponownego odbierania wilgoci z powietrza następuje poprzez umieszczenie go w oddzielnej strefie regeneracyjnej ze stałym przepływem ogrzanego grzałkami, ciepłego powietrza. Dzięki swojej wysokiej temperaturze, pobiera ono wilgoć z powierzchni koła suszącego i kieruje przez element kondensacyjny.

Znajduje się on w strefie chłodniejszego powietrza wlotowego, co powoduje kondensację wody w elemencie kondensacyjnym i jej skierowanie do zbiornika na wodę. Powietrze regeneracyjne jest następnie kierowane do grzałki w oddzielnym obiegu w celu ponownego odbierania wilgoci.



Powyższa ilustracja przedstawia wewnętrzny schemat funkcyjny wirnika modelu TTR 300 firmy Trotec. Ten przemysłowy osuszacz adsorpcyjny jest wprawdzie bardzo kompaktowy, lecz nie posiada zbiornika na wodę i nie nadaje się do typowej eksploatacji domowej.

Do takiego zastosowania stworzyliśmy komfortowe osuszacze adsorpcyjne, takie jak np. TTR 57 E, wyposażony w zintegrowany zbiornik wody i przystosowany do mycia filtra powietrza.



# DOBÓR OSUSZACZA POWIETRZA - JAKI TYP DO JAKIEGO ZASTOSOWANIA?

## KRYTERIUM TEMPERATURY POMIESZCZENIA

Średnia temperatura powietrza panująca w osuszonym pomieszczeniu to najważniejsze kryterium wyboru optymalnego osuszacza powietrza.

### Wydajność poniżej granicy 8 stopni °C

W nieogrzewanych piwnicach, domach letniskowych lub chłodniejszych pomieszczeniach, przy średnich temperaturach opadających w miesiącach zimowych poniżej 8 °C, zaleca się stosowanie adsorpcyjnych osuszaczy powietrza. Ich zasada działania pozwala na zapewnienie trwałego i skutecznego osuszania także w niskich temperaturach.

W przypadku wzrostu temperatury do 12 °C wydajność tych urządzeń jest jeszcze zadowalająca. Powyżej 12 °C ich bilans energetyczny pogarsza się tak znacznie, że nie ekonomiczny sens ich eksploatacji.

### Uniwersalne urządzenia do temperatur od 5 do 35 °C

Optymalne osuszanie powietrza przy średniej temperaturze pomieszczenia powyżej 8 °C uzyska się poprzez zastosowanie osuszaczy niskotemperaturowych.

Długotrwałe obniżenie się temperatury w trakcie zimy poniżej 15 °C oznacza konieczność zastosowania urządzenia z odmrażaniem gorącym gazem.

Te urządzenia wyróżniają się swą uniwersalnością i mogą być używane w bardzo szerokim zakresie temperatury. Osuszacze niskotemperaturowe z odmrażaniem cyrkulacyjnym mogą być używane do osuszania powietrza przy temperaturach powyżej 15 °C. Patrz też ilustracja na stronie 5.

## KRYTERIUM KOSZTÓW EKSPLOATACYJNYCH

Najkorzystniejszy stosunek wydajności do zużycia energii osiągnąć jest przez sprężarkowe osuszacze kondensacyjne. Dotyczy to niemalże wszystkich aplikacji.

Osuszacze kondensacyjne z systemem Peltiera są wprawdzie tańsze w zakupie i zużywają na pierwszy rzut oka najmniej energii, lecz cechuje je znacznie niższa skuteczność osuszania, powodująca ok. 400 % wyższe zużycie energii na liter osuszonego kondensatu.

Adsorpcyjne osuszacze powietrza używają w porównaniu ze sprężarkowymi osuszaczami niskotemperaturowymi do 100 % energii przy tej samej wydajności osuszania. Koszty eksploatacyjne mogą jednakże należeć się na drugim planie, ponieważ niektóre zadania mogą być wykonane wyłącznie za pomocą osuszaczy adsorpcyjnych.

## KRYTERIUM ZASIĘGU DZIAŁANIA

### Sprężarkowe osuszacze niskotemperaturowe - idealne urządzenia do wszystkich pomieszczeń

Im większe pomieszczenie, tym korzystniejsze zastosowanie sprężarkowego osuszacza niskotemperaturowego do jego osuszania. Tylko ta grupa urządzeń dla użytkowników indywidualnych obejmuje szeroki zakres wysokiej wydajności kombinacji dmuchaw i skraplaczy.

Osuszanie dużego pomieszczenia wymaga dostarczania do osuszacza dużych ilości powietrza co oznacza konieczność zastosowania silnej dmuchawy. Skuteczne osuszanie tak dużych ilości powietrza wymaga zastosowania równie wydajnego skraplacza.

W trakcie doboru urządzenia zwróć uwagę nie tylko na deklarowaną wielkość pomieszczenia, lecz sprawdź także zgodność deklarowanych parametrów tłoczenia powietrza, zużycia energii elektrycznej oraz wydajności osuszania. Wstępne oszacowanie możliwe jest po zastosowaniu następującej reguły: Wychwycenie wielu litrów wody za pomocą urządzenia o niskiej mocy nie jest możliwe, niezależnie od deklaracji wielu producentów ☺.

### Osuszacze powietrza z systemem Peltiera - specjalne urządzenia do najmniejszych objętości

Urządzenia Peltiera nie są typowymi osuszaczami do pomieszczeń. Nie zostały one stworzone do osuszania pomieszczeń lecz do utrzymania niskiej wilgotności powietrza w obszarach specjalnych. Kompaktowa budowa oraz cicha praca czynią je idealnymi urządzeniami do zastosowania w szafach na ubrania i obuwie i spiżarniach, a nawet, warunkowo, w małych pomieszczeniach sanitarnych bez okien bez dużego obciążenia wilgocią (bez prysznic). Osuszacz z systemem Peltiera jest przystosowany do eksploatacji tylko w obszarach bez dodatkowego źródła wilgoci (patrz „Pobieranie wilgoci z zewnątrz” na stronie 11).

## Granulat

Tego rodzaju środki osuszające są stosowane zazwyczaj do zabezpieczenia produktów wrażliwych na działanie wilgoci w trakcie transportu lub magazynowania. Każdy z nas spotkał się z małym woreczkiem dołączonym do przesyłki zawierającej elektronikę, torby, walizki, obuwie lub medykamenty. Worek z granulatem jest idealnym rozwiązaniem do utrzymywania niskiego poziomu wilgotności w małych, zamkniętych pojemnikach.

Na tej podstawie, niektóre, oferowane na rynku urządzenia posiadają większy worek i zbiornik i określane są jako „osuszacze powietrza”. Z wielu względów, granulaty nie nadają się jednak do takiego zastosowania.

Ich skuteczność jest ograniczona do kilku metrów sześciennych powietrza i wyklucza przedostawanie się dodatkowej wilgoci z zewnątrz („Pobieranie wilgoci z zewnątrz” na stronie 11).

Dodatkowo, granulaturowe osuszacze są w porównaniu do ich wydajności osuszania bardzo drogie, ponieważ jednorazowy system wymaga ciągłego nabywania worków z granulatem. Dodatkowo, po nasyceniu wodą granulatu całkowicie traci swą skuteczność. Dzieje się to bez ostrzeżenia, sygnalizacji „napętnienia zbiornika” oraz przy zaniku osuszania ☺.

### Adsorpcyjny osuszacz powietrza - profesjonalne rozwiązania dla małych, chłodnych pomieszczeń

Te urządzenia są bezkonkurencyjne przede wszystkim w chłodnych piwnicach oraz w nieogrzewanych lub okresowo ogrzewanych pomieszczeniach.

Wysokiej wydajności, sprężarkowe osuszacze niskotemperaturowe mogą wprawdzie uzyskiwać zadowalającą skuteczność w pomieszczeniach o temperaturze co najmniej 12 °C. Przy trwałym obniżeniu się średniej temperatury poniżej 8 °C, wysoką wydajność uzyskują adsorpcyjne osuszacze powietrza.



Skrócone zestawienie możliwości zastosowania w zależności od typu osuszacza	Kondensacja			Adsorpcja	
	Peltier (elektryczny)	Sprężarka		Granulat	Koło suszące
		Powietrze zewnętrzne	Gorący gaz		
Utrzymywanie niskiej wilgotności w bardzo małych, zamkniętych pomieszczeniach (< 10 m <sup>3</sup> ) bez infiltracji (wprowadzania wilgoci)	■	□	□	■	□
Utrzymywanie niskiego poziomu wilgotności w pomieszczeniach o temperaturze od 0 do 8 °C	-	-	-	-	■
Utrzymywanie niskiego poziomu wilgotności w pomieszczeniach o temperaturze od 5 do 35 °C	-	-	■	-	□
Utrzymywanie niskiego poziomu wilgotności w pomieszczeniach o temperaturze od 15 do 35 °C	-	■	■	-	□
Osuszanie budowlane	-	*	*	-	*
Usuwanie szkód powodziowych	-	-	*	-	*

- brak możliwości; □ możliwe; ■ zalecane; \* tylko wersje przemysłowe, nie przystosowane do komfortowych osuszaczy powietrza

## PAMIĘTAJ: POBIERANIE WILGOCI Z ZEWNĄTRZ

Pojęcie to dotyczy przedostawania się zewnętrznego, wilgotnego powietrza do wnętrza pomieszczeń. Pobieranie wilgoci z zewnątrz oznacza konieczność uwzględnienia usuwania dodatkowej wilgoci przy obliczeniu zapotrzebowania na wydajność osuszacza.

Z tego względu ilość pobieranej z zewnątrz wilgoci jest istotne przy robocze odpowiedniego osuszacza powietrza. Wilgoć znajduje się nie tylko w powietrzu wypełniającym pomieszczenie. Stan izolacji budynku, szczeliny w drzwiach lub otwarcie drzwi, okien itp. powoduje przedostawanie się wilgoci z zewnątrz.

Przykładowo, osuszenie pomieszczenia wypełnionego powietrzem o temperaturze 20 °C i względnej wilgotności 80 % do 60 %, wymaga zmniejszenia ilości wody z 13,8 g/m<sup>3</sup> (80 % wilg.wzgl.) na 10,4 g/m<sup>3</sup> (60 % wilg.wzgl.) czyli odprowadzenie 3,4 g wody z każdego metra sześciennego powietrza.

W przypadku pomieszczenia o kubaturze 100 metrów sześciennych, będzie to 340 g wody. Nie. Konieczne jest także uwzględnienie wilgoci przedostającej się z zewnątrz.

Przy założeniu, że powietrze zewnętrzne ma temperaturę 25 °C i wilg.wzgl 70 %, ilość wody zawartej w tym powietrzu wynosi 16,2 g/m<sup>3</sup>, czyli 5,8 g więcej niż wewnątrz. Gdyby nie izolacja, wilgoć zawarta w powietrzu zewnętrznym, przeszłaby do wnętrza pomieszczenia. Istotnym czynnikiem jest współczynnik przenikania wilgoci. Zakłada się, że w przypadku pomieszczeń o dobrej izolacji, wynosi on 0,3.

Oznacza to, że na godzinę, z zewnątrz do wnętrza przedostawać się będzie 5,8 g/m<sup>3</sup> x 100 m<sup>3</sup> x współczynnik przenikania 0,3 l/h = 174 g/h (0,174 l). Dziennie oznacza to konieczność odprowadzenia dodatkowej ilości wody wynoszącej 4,176 litra przez 24 godziny (0,174 l x 24).

### Wilgoć wytwarzana przez ludzi

Ludzkie ciało jest dodatkowym źródłem wilgoci. Jest to dodatkowe obciążenie wilgocią, które uwzględnić należy w rozważaniach dotyczących pobierania wilgoci z zewnątrz. Jedna roślina doniczkowa powoduje przedostawanie się do pomieszczenia dziennie ok. 150 ml wilgoci. Przekracza to średnią wydajność typowego urządzenia Peltiera, osiąganą w ciągu 24 godzin. Współczynnik obciążenia wilgocią okazuje się szczególnie ważny, gdy w danym pomieszczeniu przebywać będą ludzie.

Ciało ludzkie wytwarza przez godzinę snu ok. 50 ml wilgoci. Jest ona przekazywana do powietrza przez skórę. Czynności wykonywane w pozycji siedzącej powodują odprowadzanie 70 ml, zaś prace domowe ponad 100 ml. Z tego względu te źródła wilgoci muszą zostać uwzględnione w trakcie doboru osuszacza powietrza.



Oznacza to, że zastosowanie osuszacza z systemem Peltiera w sypialni nie ma sensu, ponieważ dwie śpiące osoby w ciągu ośmiodziesiętnego snu odprowadzą 800 ml wilgoci. Osuszacze z systemem Peltiera osiągają w praktyce maksymalną skuteczność 300 ml przez 24 godziny. Wilgotność powietrza rano byłaby większa niż dzień wcześniej.

Dodatkowo, jedno gotowanie oznacza odprowadzenie do 2 litrów, a kąpiel pod prysznicem nawet 2,5 litra wody do powietrza wypełniającego pomieszczenie. Jasnym jest więc, że nie ma sensu zastosowanie osuszacza z systemem Peltiera lub granulatu w otoczeniu, w którym występują dodatkowe źródła ciepła.

Zalecamy uwzględnienie rezerwy wydajności w trakcie sporządzania obliczenia wymaganej wydajności osuszania.

Znacznym ułatwieniem będzie wykorzystanie zaleceń firmy Trotec dotyczących zastosowania poszczególnych urządzeń, ponieważ zalecenia te uwzględniają wszystkie, typowe parametry eksploatacyjne.



Firma Trotec oferuje największy na świecie zakres osuszaczy powietrza, co gwarantuje optymalny dobór komfortowego osuszacza powietrza do każdego zastosowania. Różnorodność naszej oferty przedstawia porównanie, zawierające od lewej do prawej kolejno osuszacz kondensacyjny TTK 100 E, osiągający dzienną wydajność osuszacza Peltiera w zaledwie 10 minut, ultrakompaktowy model TTP 2 E z technologią Peltiera oraz osuszacz adsorpcyjny TTR 57 E do chłodnych, pozbawionych ogrzewania pomieszczeń.



## Trotec Sp. z o.o. Sp. k

Ul. Olszynowa 9  
Podolszyn Nowy, 05-090 Raszyn  
Polska

Tel. +48 22 30753-60  
Faks +48 22 30753-61

info-pl@trotec.com  
www.trotec.pl

### Praktyczne informacje o osuszaczach powietrza

Osuszacz kondensacyjny lub osuszacz adsorpcyjny, sprężarkowe urządzenia chłodzące czy technologia Peltiera, rozmrażanie w zamkniętym obiegu czy rozmrażanie gorącym gazem? Wybór idealnego urządzenia zapewniającego optymalny klimat wewnątrz i optymalną wilgotność powietrza nie jest łatwy ze względu na wiele opcji wyposażenia i różnych technologii.

Skorzystaj z zamieszczonego w poniższej broszurze, kompleksowego zestawienia różnic pomiędzy urządzeniami, zasad działania i możliwości zastosowania.

Nie przez przypadek grupa Trotec to wiodący, światowej skali producent profesjonalnych, kompleksowych rozwiązań w dziedzinie sterowania instalacji klimatyzacyjnych i technik pomiarowych stosowanych w diagnostyce budowlanej. Nasza oferta jest skierowana zarówno dla klientów przemysłowych, jak i prywatnych.

Oferujemy wieloletnie doświadczenie, wysokiej jakości produkty oraz szeroki zakres usług - wszystko od jednego dostawcy!

Masz pytania? Chętnie udzielimy wszelkich dodatkowych informacji. Prosimy o kontakt telefoniczny lub mejlowy.

