

Temat: **Procesy uzdatniania powietrza**

- **Wykres i-x Molliera**
- **Parametry powietrza w systemach wentylacyjnych**
- **Procesy uzdatniania powietrza: filtracja, ogrzewanie, chłodzenie, nawilżanie, osuszanie**

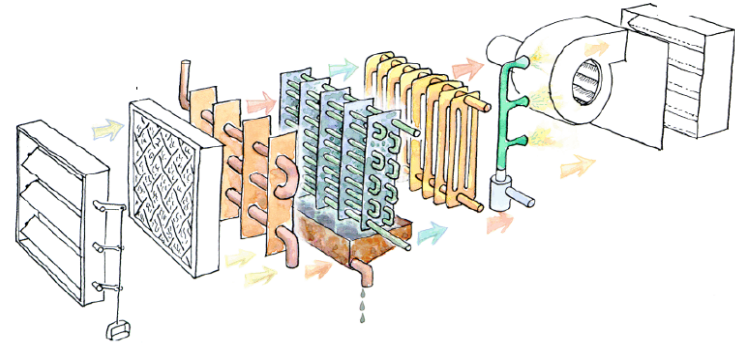
WPROWADZENIE

Uzyskanie założonych parametrów powietrza w pomieszczeniu (m.in. temperatury, wilgotności, czystości) wymaga odpowiedniego przygotowania powietrza przed wprowadzeniem go do pomieszczenia wentylowanego.

Proces przygotowania powietrza nawiewanego do pomieszczeń, zwany **uzdatnianiem** lub **obróbką** powietrza.

Na proces ten składać się może szereg operacji:

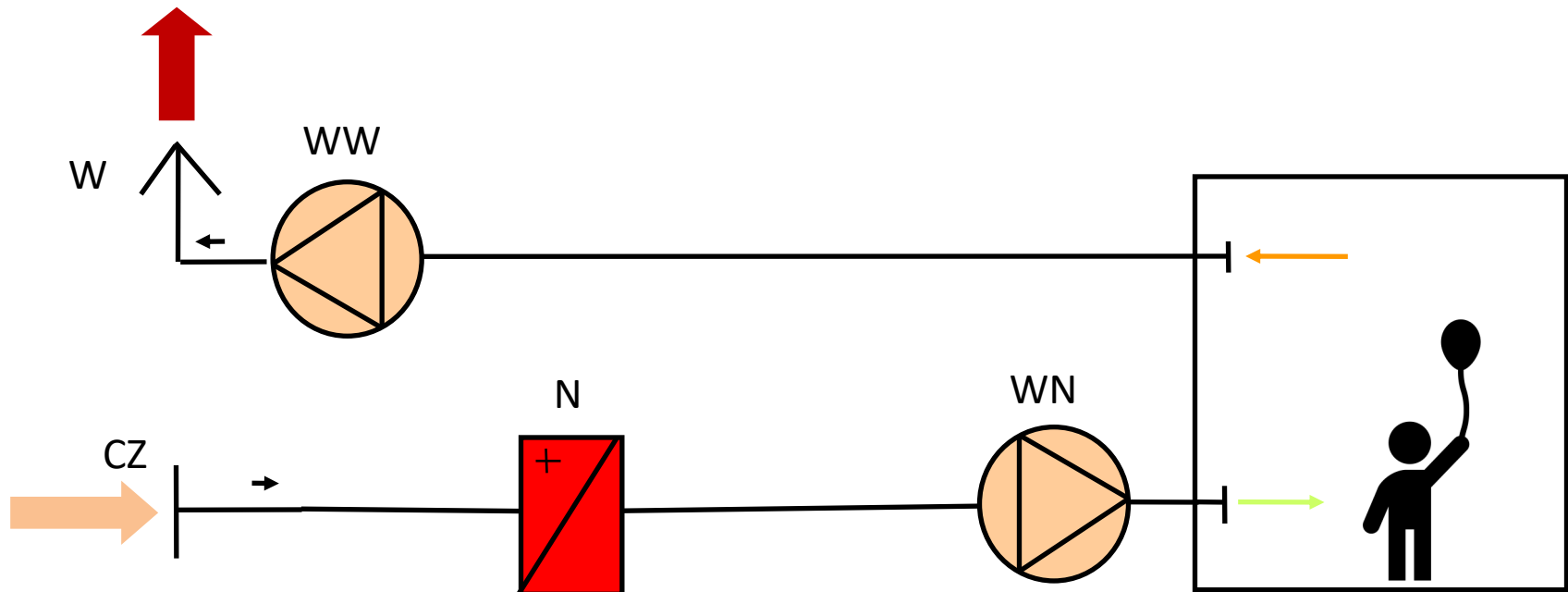
- oczyszczanie,
- ogrzewanie,
- ochładzanie,
- osuszanie,
- nawilżanie,
- sterylizacja (opcja).



Zależnie od stanu początkowego powietrza oraz procesów i zjawisk zachodzących w pomieszczeniu (np. emisja ciepła, wilgoci i innych zanieczyszczeń), co za tym idzie wymaganego stanu powietrza nawiewanego, uzdatnianie powietrza może mieć różny przebieg.

Co za tym idzie - **urządzenia wentylacyjne konfigurowane są indywidualnie.**

PODSTAWOWE KONFIGURACJE CENTRAL

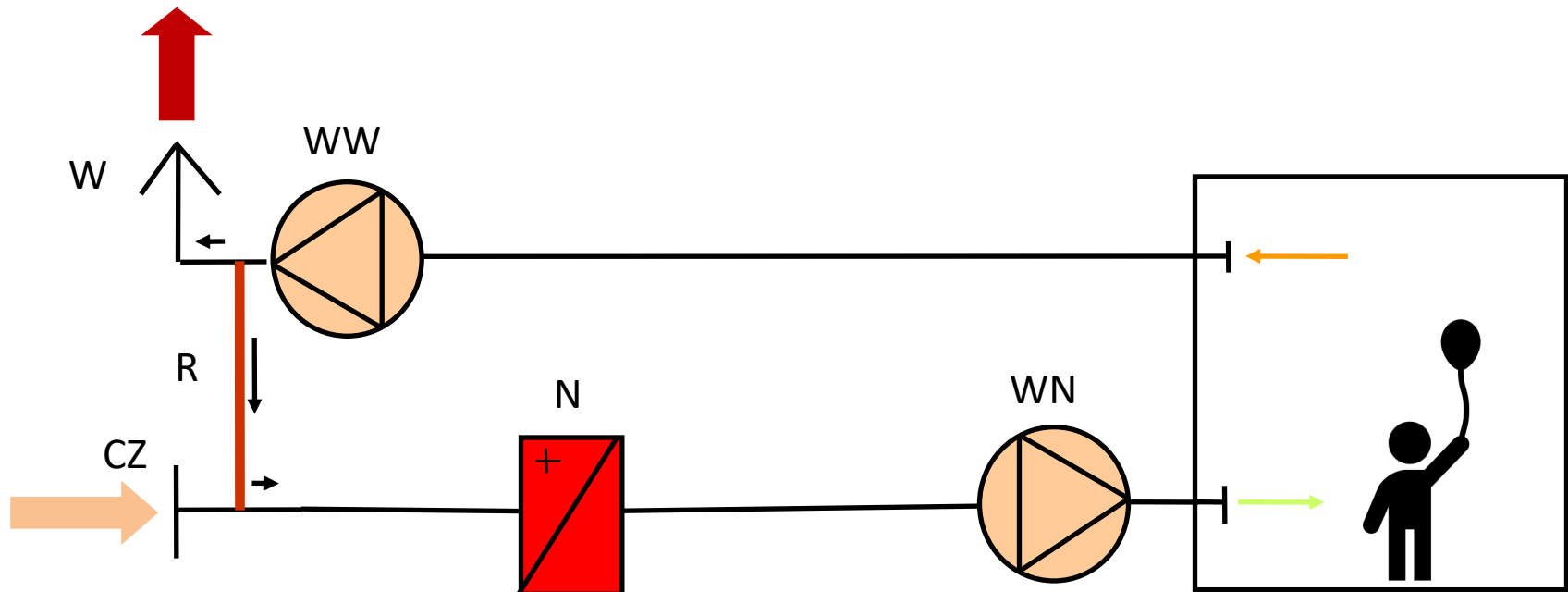


CZ – czerpnia
 W – wyrzutnia
 WN – wentylator nawiewny
 WW- wentylator wywiewny

F – filtr (do uzupełnienia!)
 N – nagrzewnica
 CH – chłodnica
 R – recyrkulacja powietrza

WO – wymiennik do odzysku ciepła
 KZ – komora zraszania
 NP – nawilżacz parowy

PODSTAWOWE KONFIGURACJE CENTRAL

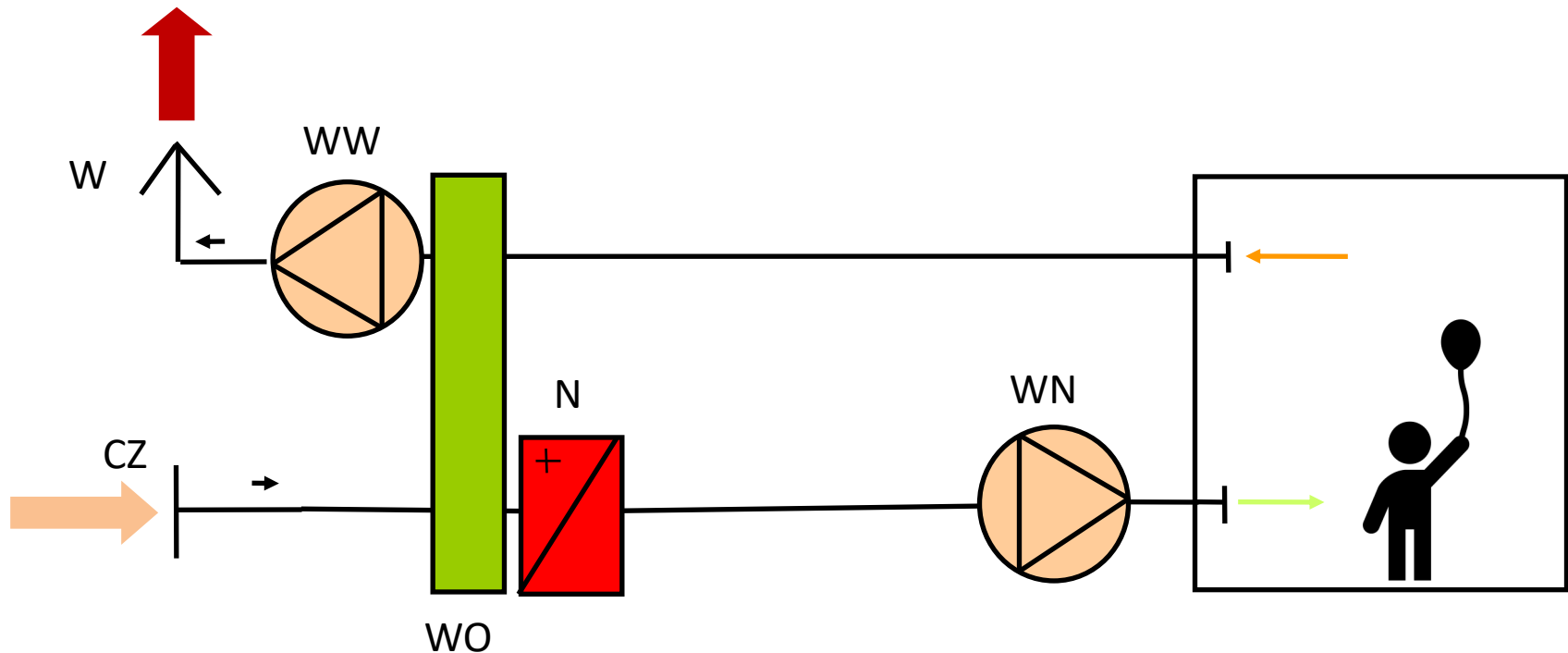


CZ – czerpnia
 W – wyrzutnia
 WN – wentylator nawiewny
 WW- wentylator wywiewny

F – filtr (do uzupełnienia!)
 N – nagrzewnica
 CH – chłodnica
 R – recyrkulacja powietrza

WO – wymiennik do odzysku ciepła
 KZ – komora zraszania
 NP – nawilżacz parowy

PODSTAWOWE KONFIGURACJE CENTRAL

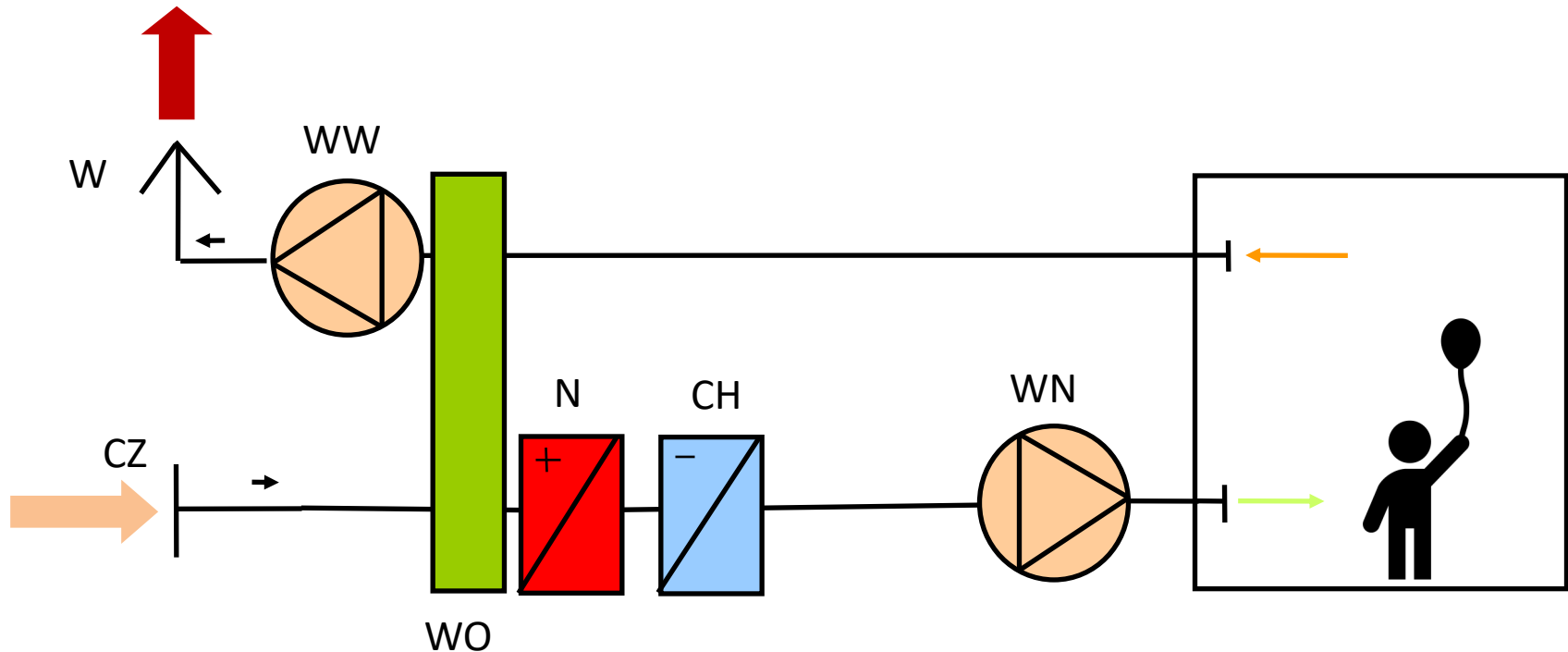


CZ – czerpnia
 W – wyrzutnia
 WN – wentylator nawiewny
 WW- wentylator wywiewny

F – filtr (do uzupełnienia!)
 N – nagrzewnica
 CH – chłodnica
 R – recyrkulacja powietrza

WO – wymiennik do odzysku ciepła
 KZ – komora zraszania
 NP – nawilżacz parowy

PODSTAWOWE KONFIGURACJE CENTRAL

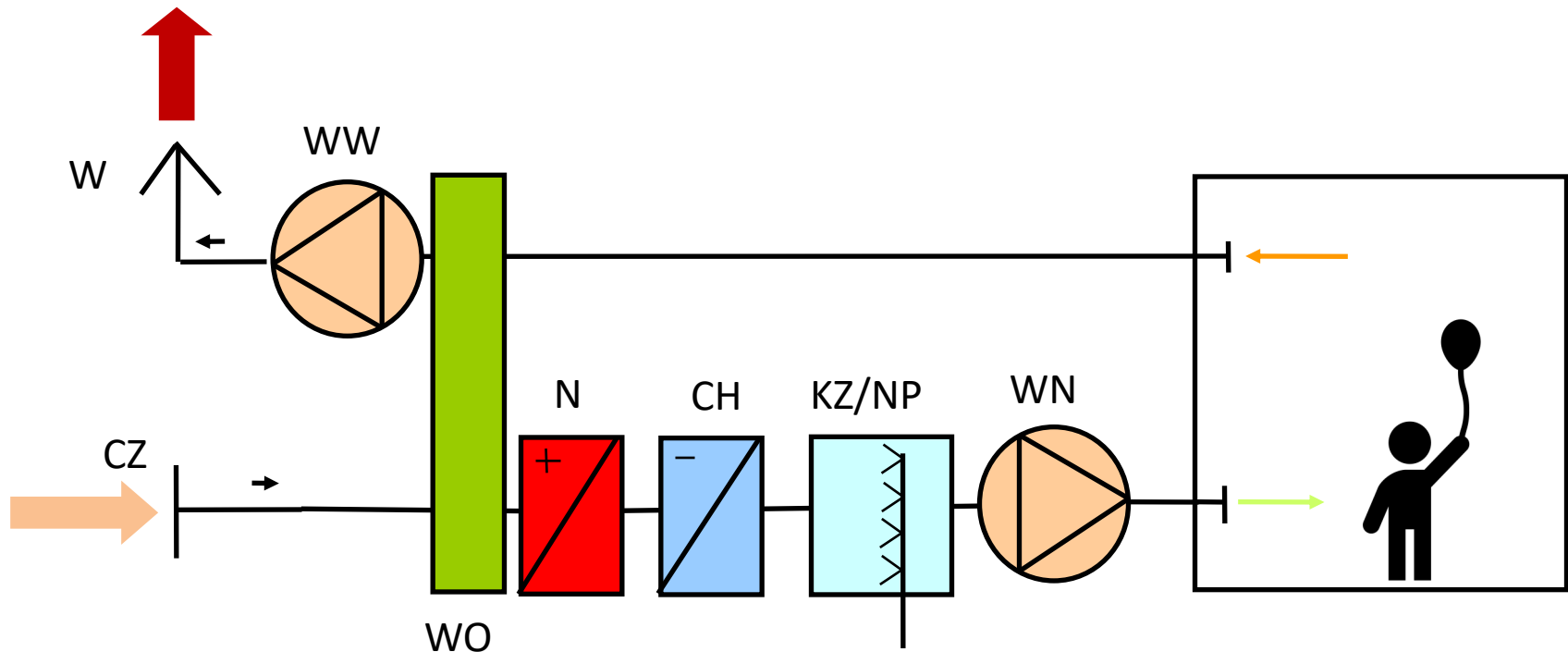


CZ – czerpnia
 W – wyrzutnia
 WN – wentylator nawiewny
 WW- wentylator wywiewny

F – filtr (do uzupełnienia!)
 N – nagrzewnica
 CH – chłodnica
 R – recyrkulacja powietrza

WO – wymiennik do odzysku ciepła
 KZ – komora zraszania
 NP – nawilżacz parowy

PODSTAWOWE KONFIGURACJE CENTRAL

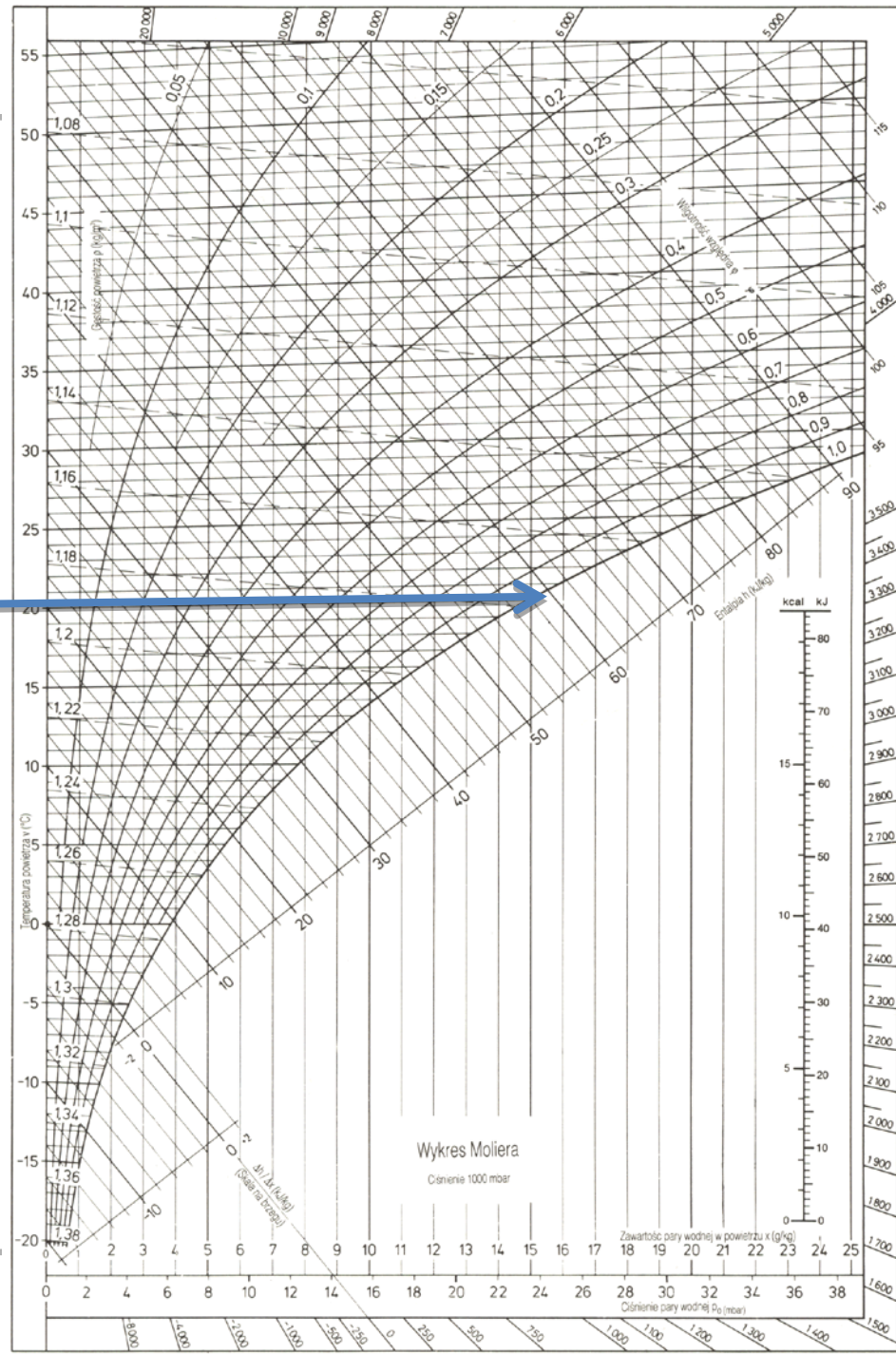


CZ – czerpnia
 W – wyrzutnia
 WN – wentylator nawiewny
 WW- wentylator wywiewny

F – filtr (do uzupełnienia!)
 N – nagrzewnica
 CH – chłodnica
 R – recyrkulacja powietrza

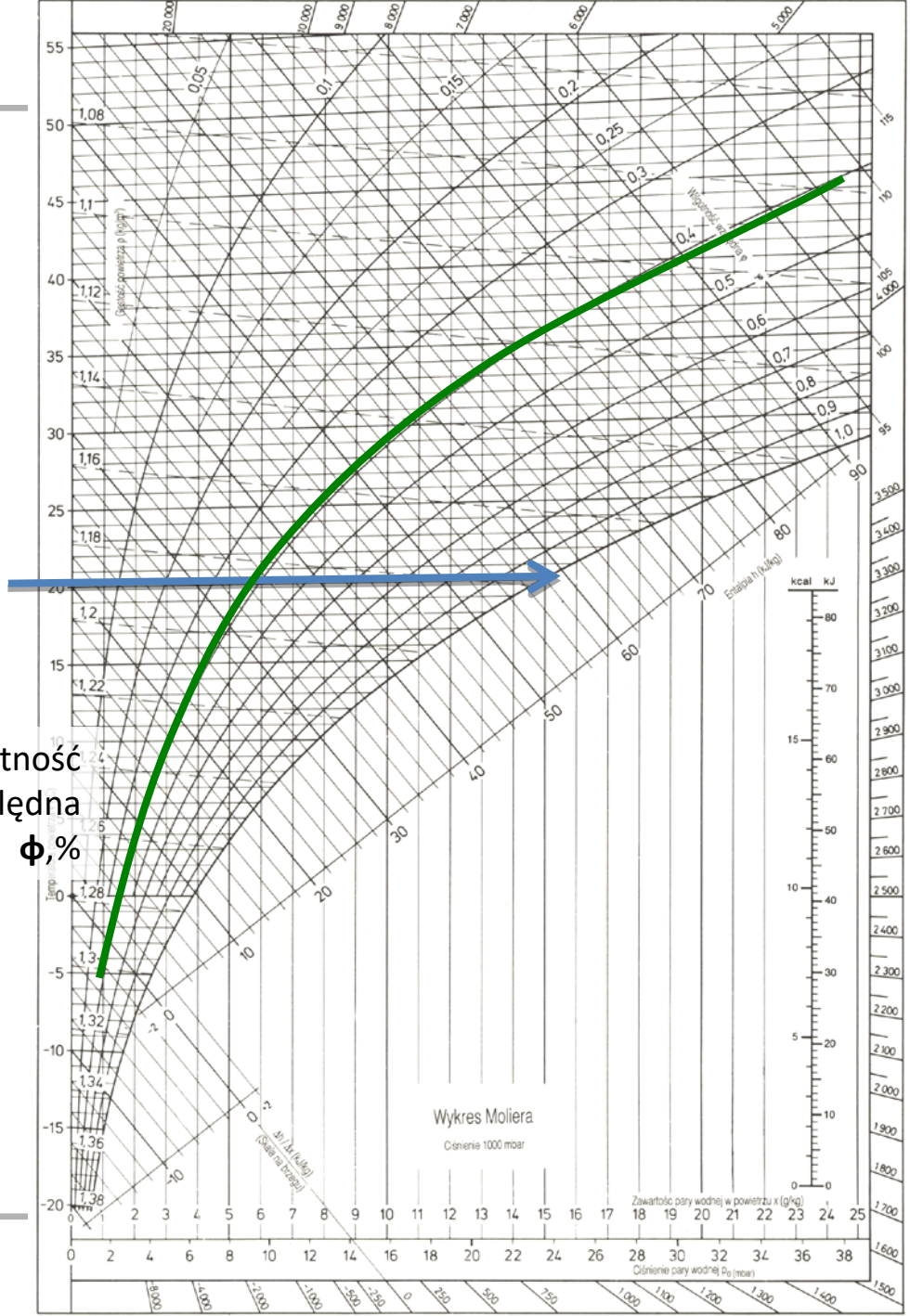
WO – wymiennik do odzysku ciepła
 KZ – komora zraszania
 NP – nawilżacz parowy

Temperatura termometru
suchego $t, ^\circ\text{C}$



Temperatura termometru suchego $t, ^\circ\text{C}$

Wilgotność względna $\phi, \%$

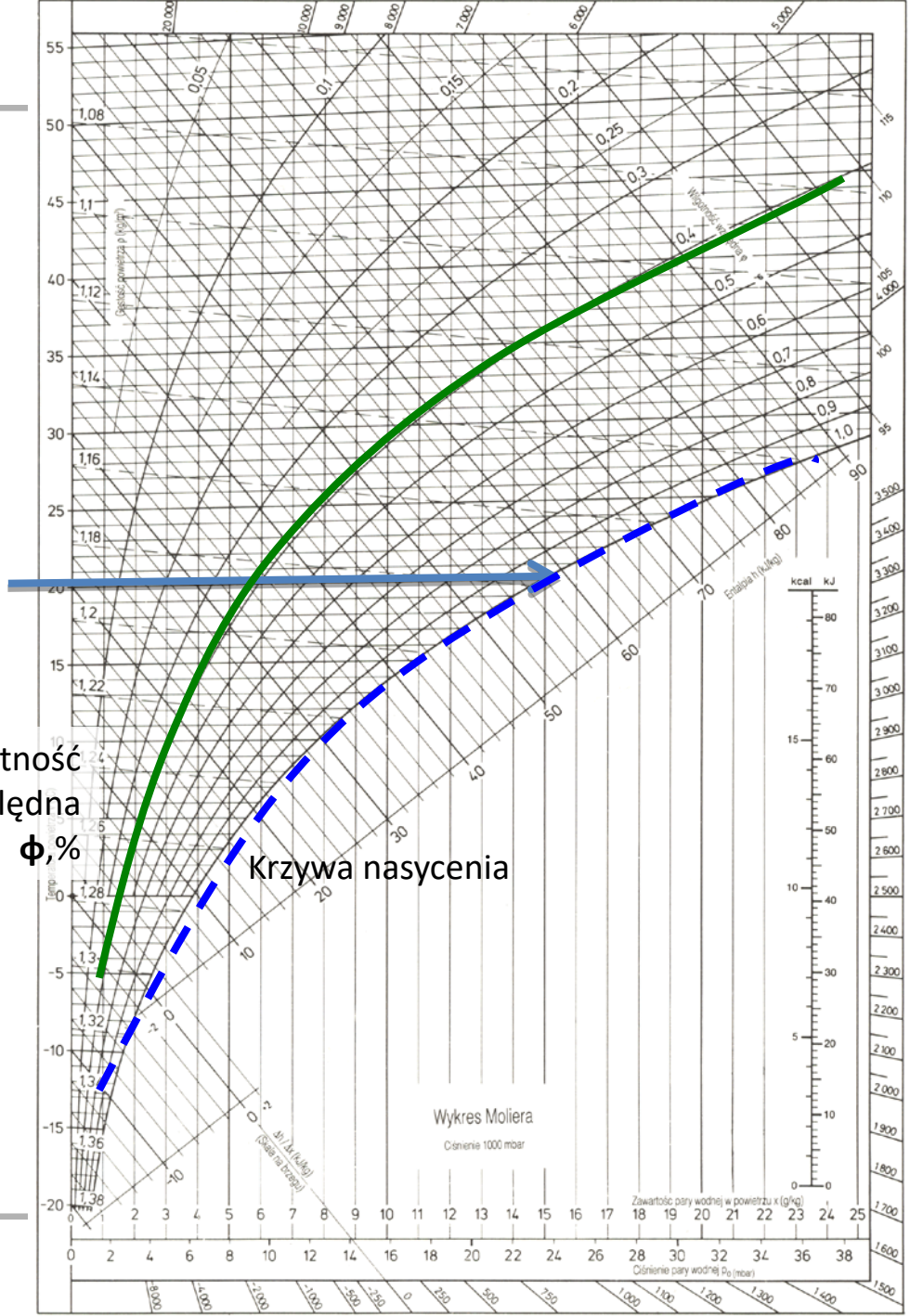


Zawartość pary wodnej w powietrzu k (g/kg)
Ciężenie pary wodnej P_0 (mbar)

Temperatura termometru
suchego $t, ^\circ\text{C}$

Wilgotność
względna
 $\phi, \%$

Krzywa nasycenia



Wykres Moliera

Cisnienie 1000 mbar

Zawartość pary wodnej w powietrzu k (g/kg)

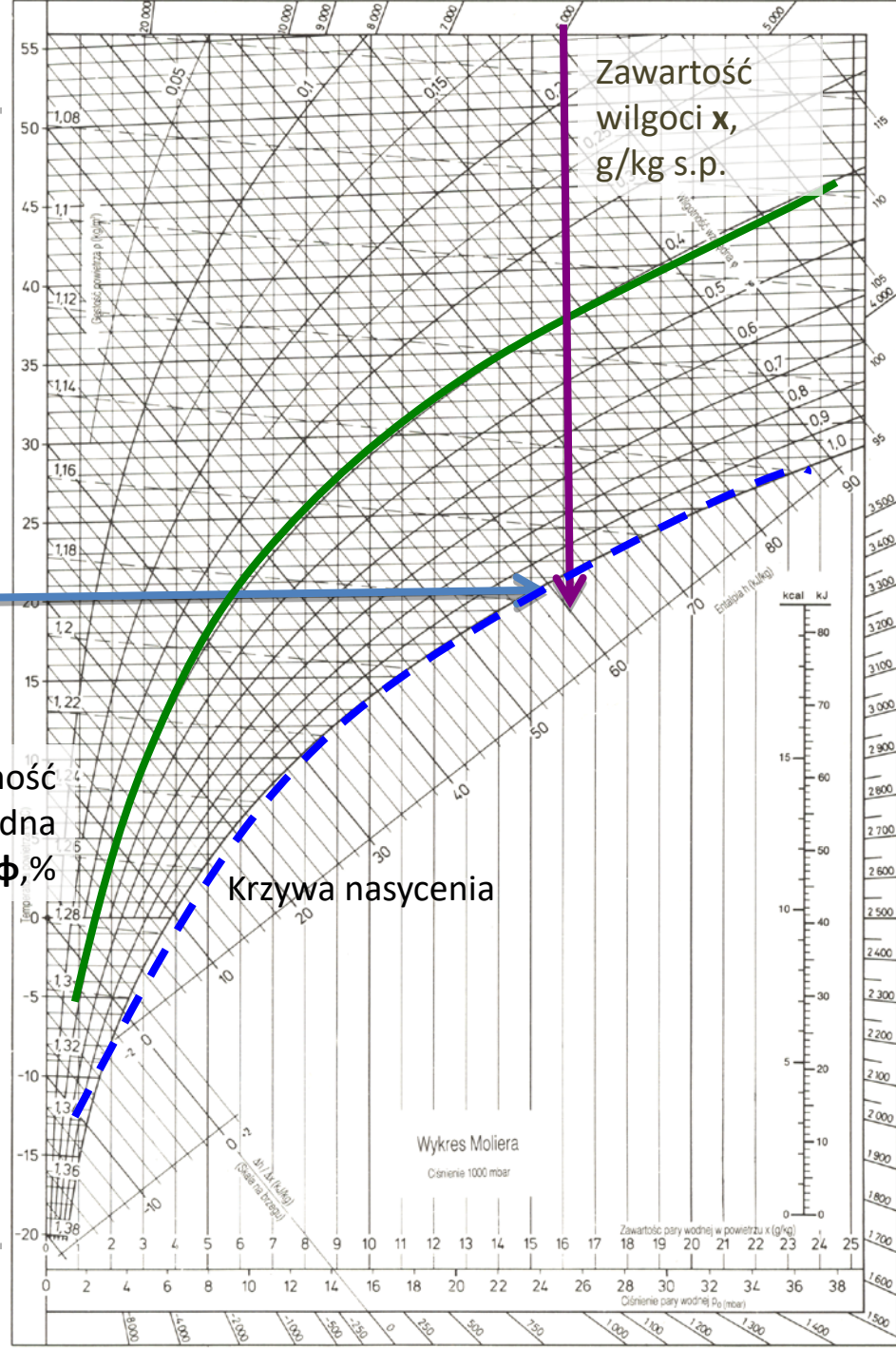
Cisnienie pary wodnej p_v (mbar)

Temperatura termometru
suchego $t, ^\circ\text{C}$

Wilgotność
względna
 $\phi, \%$

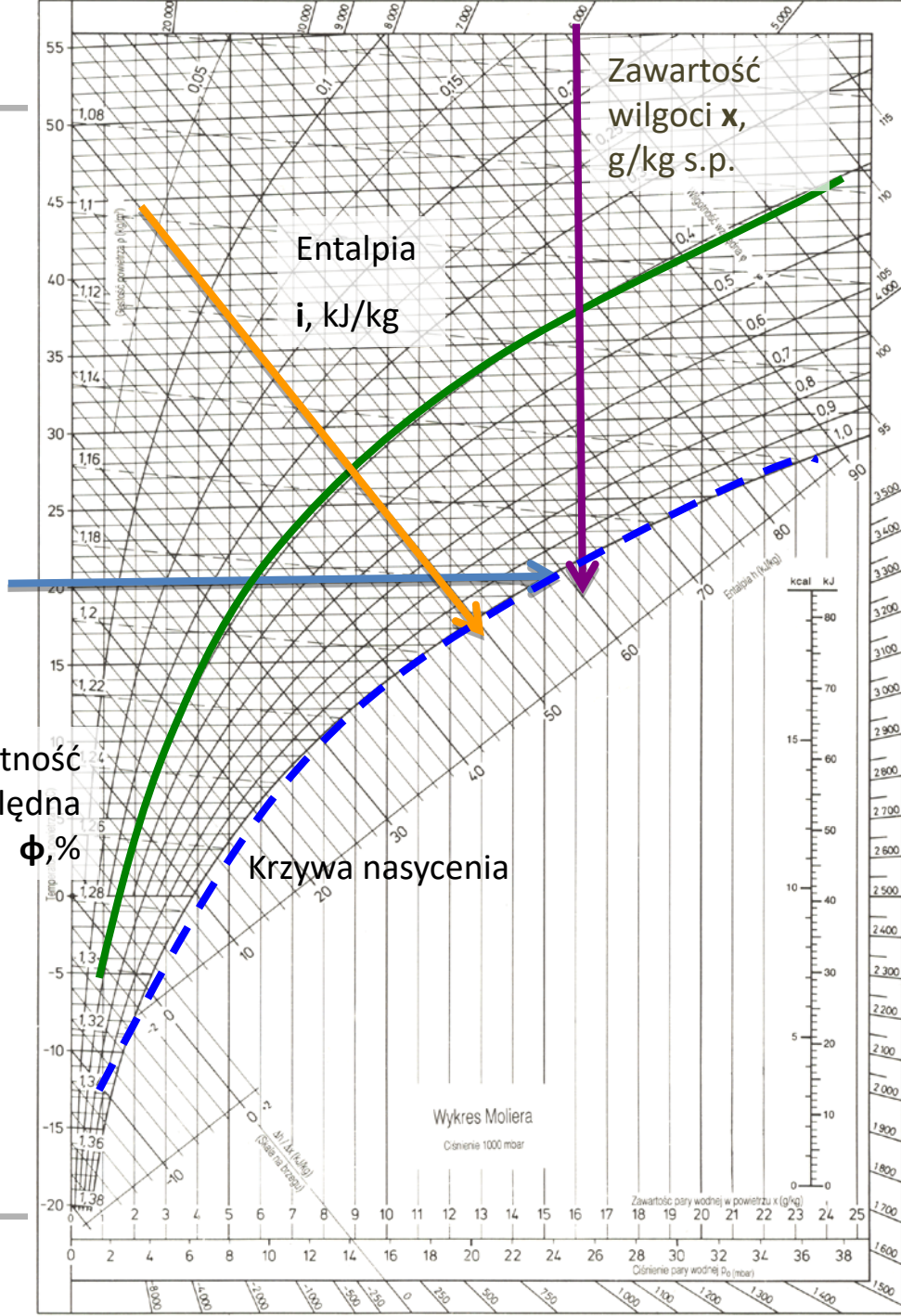
Zawartość
wilgoci $x,$
 g/kg s.p.

Krzywa nasycenia



Temperatura termometru
suchego $t, ^\circ\text{C}$

Wilgotność
względna
 $\phi, \%$



Krzywa nasycenia

Entalpia
 $i, \text{kJ/kg}$

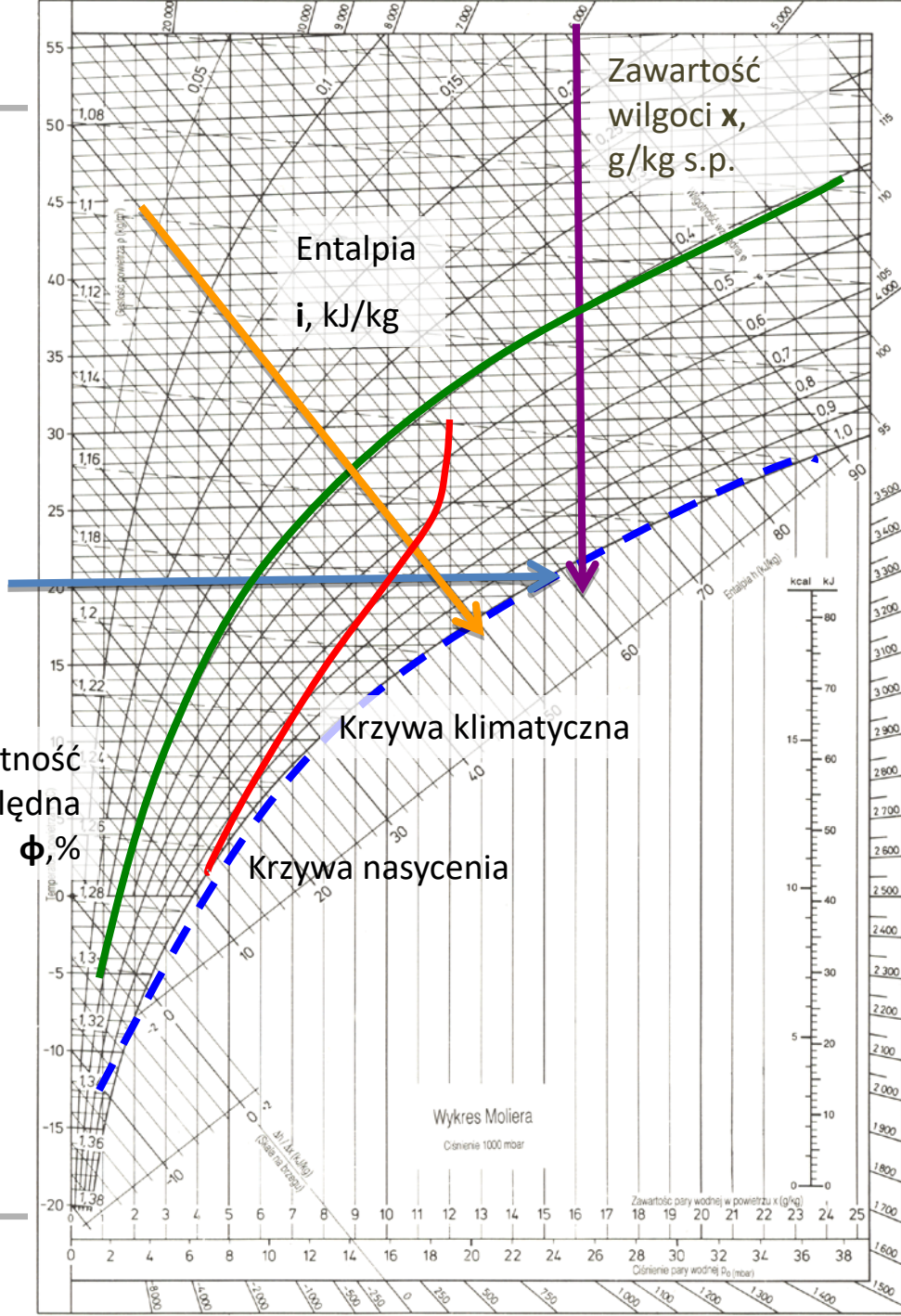
Zawartość
wilgoci $x,$
 g/kg s.p.

Wykres Moliera

Ciężenie 1000 mbar

Zawartość pary wodnej w powietrzu $k (\text{g}^3/\text{kg})$

Ciężenie pary wodnej $P_0 (\text{mbar})$



Temperatura termometru suchego t , °C

Wilgotność względna ϕ , %

Entalpia i , kJ/kg

Zawartość wilgoci x , g/kg s.p.

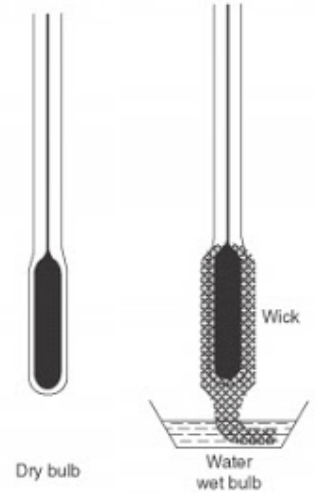
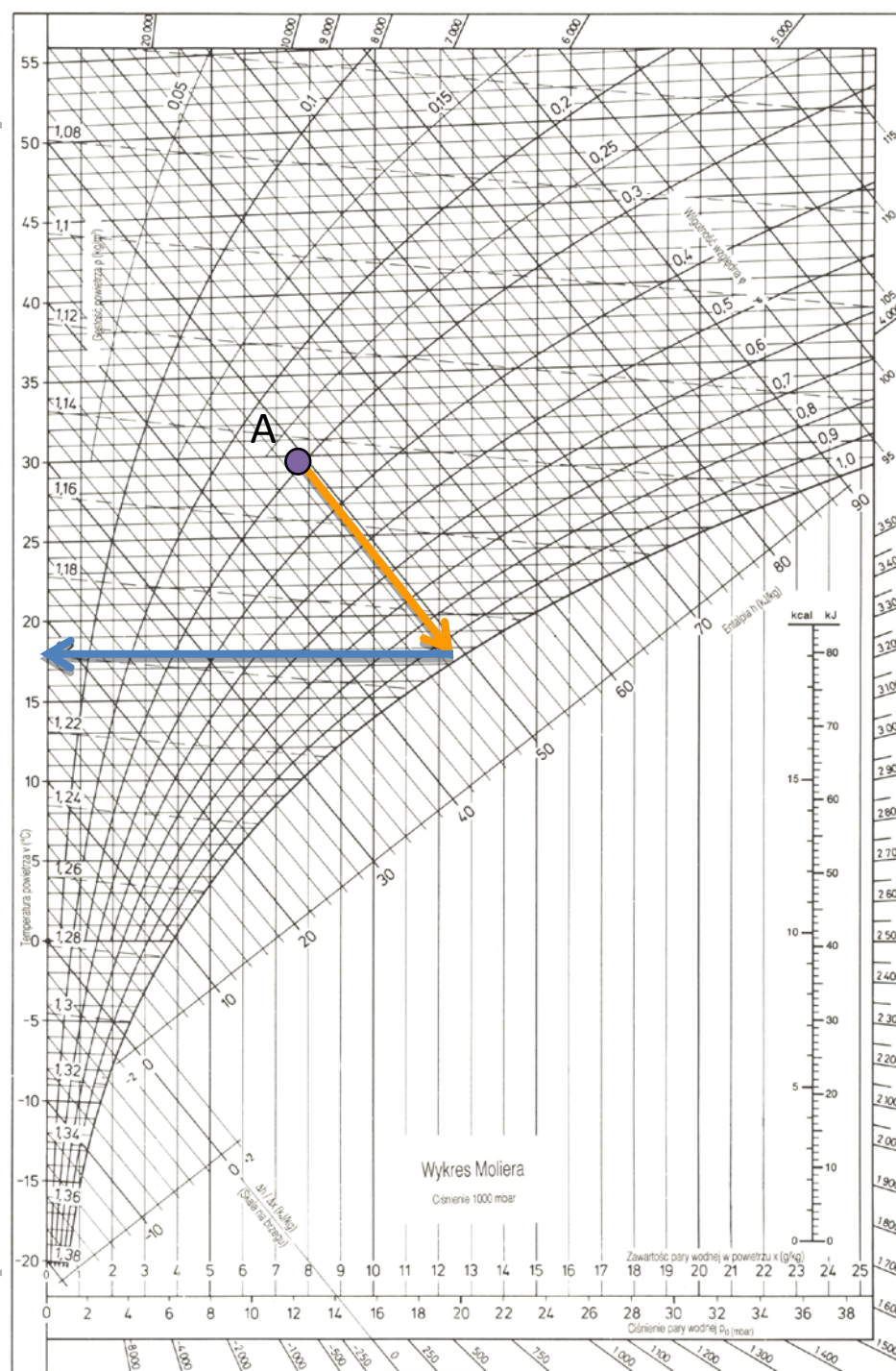
Krzywa klimatyczna

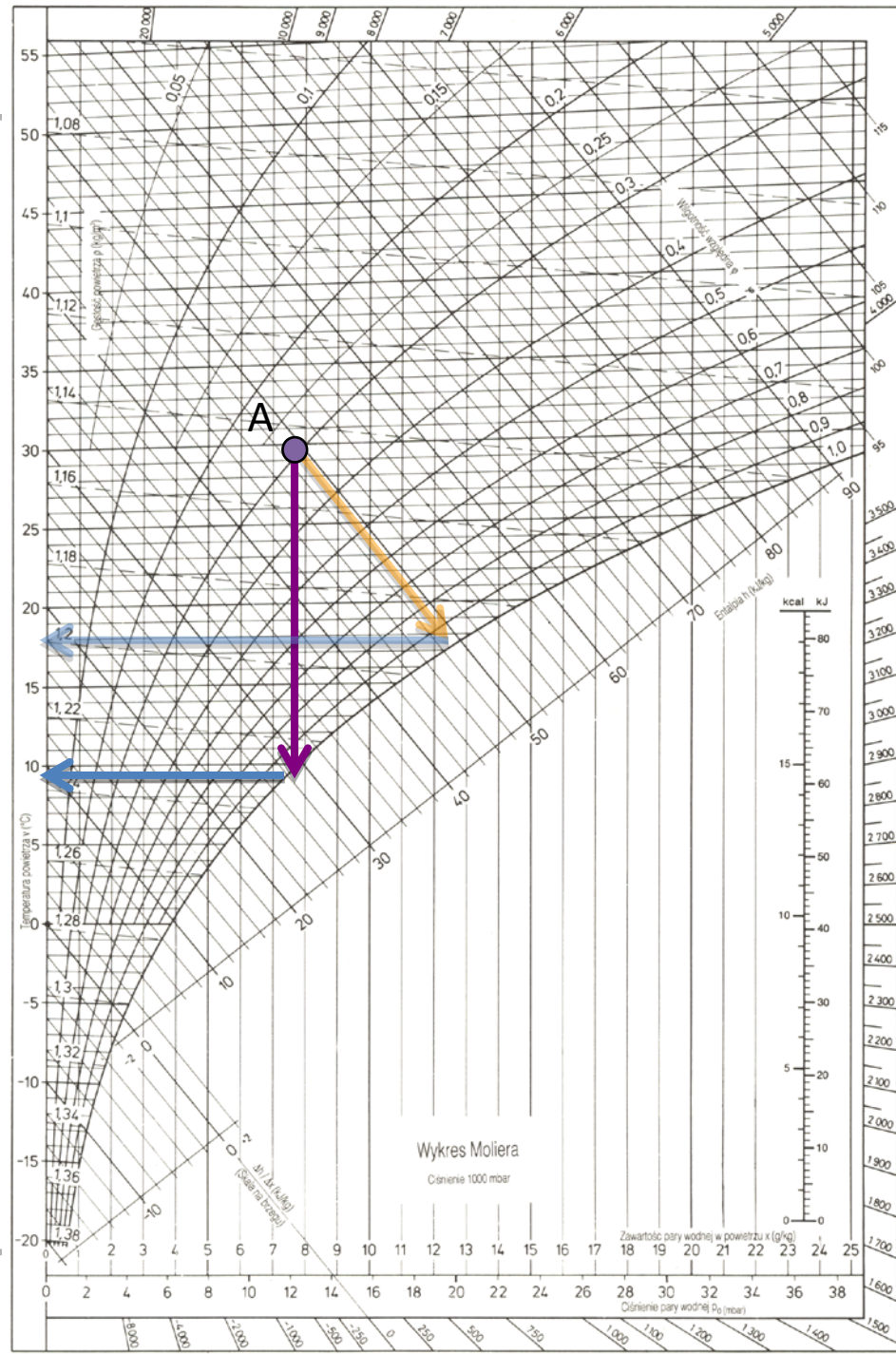
Krzywa nasycenia

Wykres Moliera
Ciężenie 1000 mbar

Zawartość pary wodnej w powietrzu x (g/kg)
Ciężenie pary wodnej P_0 (mbar)

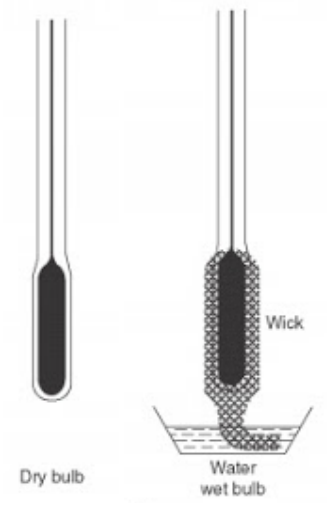
Temperatura termometru
mokrego, °C





Temperatura termometru mokrego, °C

Temperatura punktu rosy, °C



FILTRACJA POWIETRZA

System filtracji powietrza powinien być dobrany dla przewidywanego stopnia zanieczyszczenia powietrza oraz wymaganej skuteczności filtracji dla danego obiektu.

Podstawowy podział filtrów:

- **FILTRY WSTĘPNE** (zgrubne)
EU1 – EU4 (G1 – G4)
- **FILTRY HEPA** (*High Efficiency Particulate Air*)
EU10 – EU14 (H10 – H14)
- **FILTRY DOKŁADNE**
EU5 – EU9 (F5 – F9)
- **FILTRY ULPA** (*Ultra High Efficiency Particulate Air*)
U15 – U17 (H15 – H17)

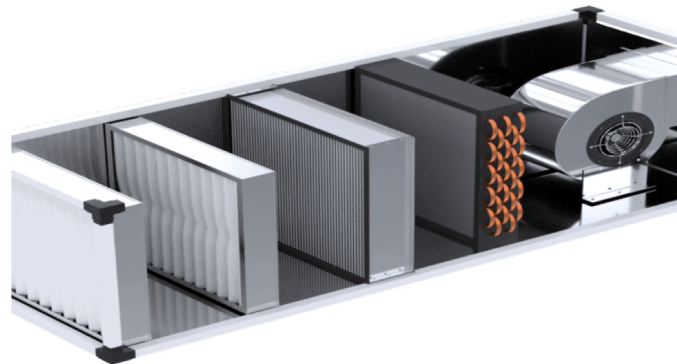
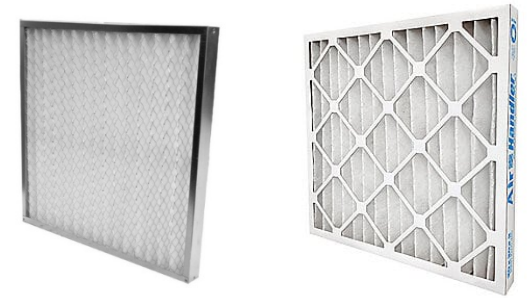
Filtry **HEPA** i **ULPA** nazywane są wspólną nazwą – **FILTRY ABSOLUTNE**

FILTRACJA POWIETRZA



Filtry kieszeniowe (do EU9)

Filtry działkowe (do EU9)



Filtry HEPA, ULPA

Filtry z węgla
aktywowanego



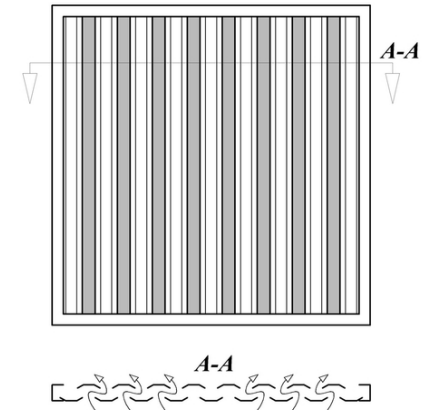
FILTRACJA POWIETRZA



Nawiewniki z filtrem HEPA do pomieszczeń czystych (np. sale operacyjne)



Filtry siatkowe i labiryntowe (przeciw tłuszczowe)



Filtry kanałowe (do EU9)

FILTRACJA POWIETRZA

WSTĘPNE

(klasa G)

Okres użytkowania
2-20 tyg.

Zatrzymują: owady,
włókna, większe pyłki,
piasek

Zastosowanie: w pom. o
standardowych
wymaganiach
czystości pow. np.
kina, teatry,
hotele, restauracje,
domy towarowe

DOKŁADNE

(klasa F)

Okres użytkowania
4-8 mies.

Zatrzymują: pył, sadzę,
zarodniki grzybów, mgłę
olejową, bakterie

Zastosowanie: w pom. o
wysokich wymaganiach
czystości pow. np.
apteki, szpitale,
pom. komputerowe,
serwerownie,
przemysł spożywczy,
kabiny lakiernicze

ABSOLUTNE, ZAWIESINOWE HEPA i ULPA

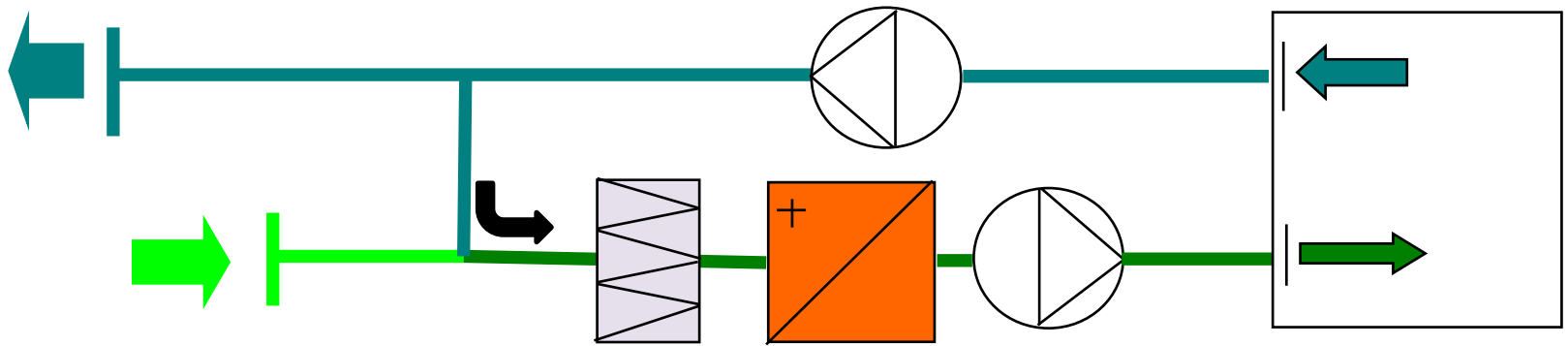
(klasa H i U)

Okres użytkowania
8-48 mies.

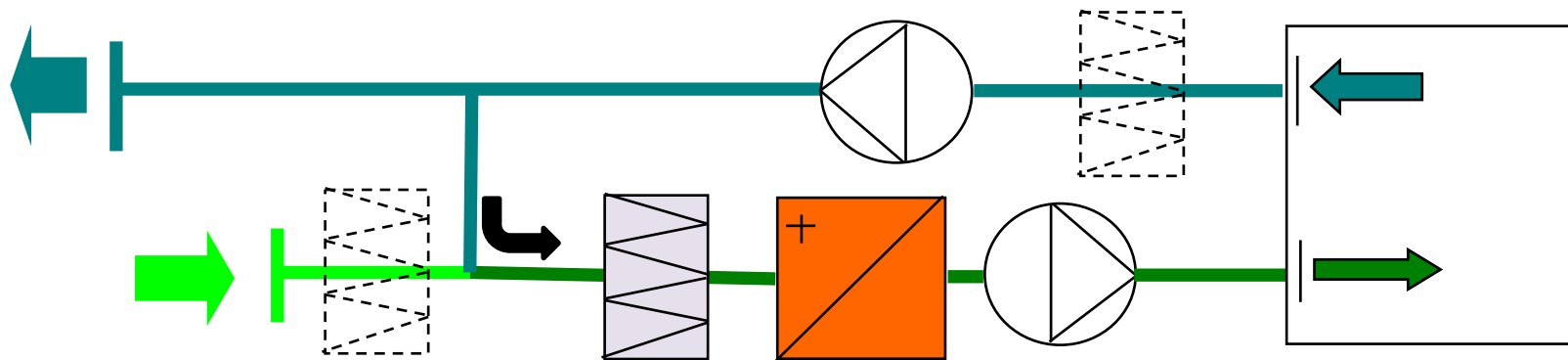
Zatrzymują: bakterie, aerozole,
dymy, pył radioaktywny, wirusy

Zastosowanie: w pom. czystych
np. pom. produkcyjne: elektroniki,
optyki, mechaniki precyzyjnej,
przemysłu farmaceutycznego,
sterylne sale operacyjne

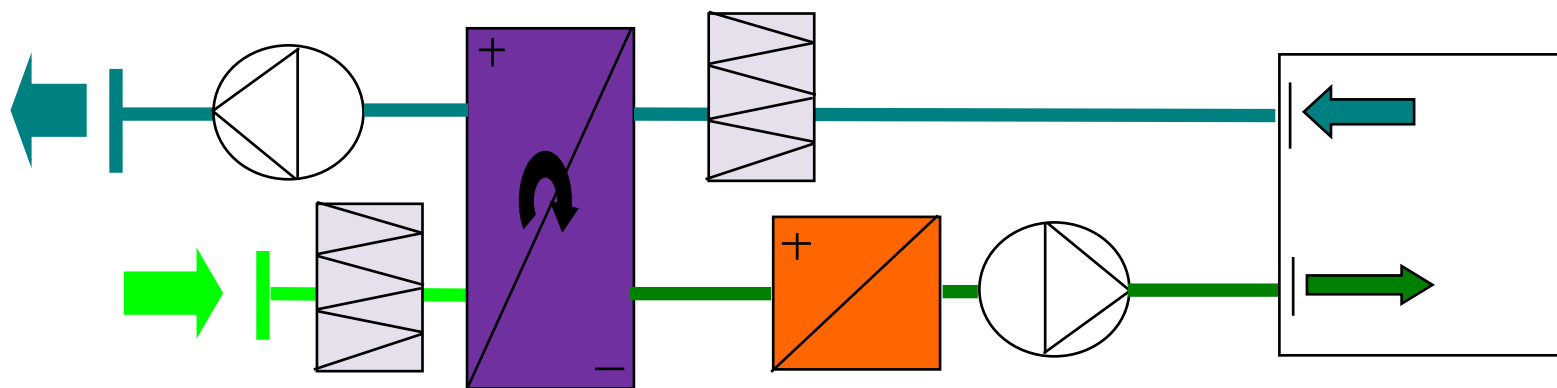
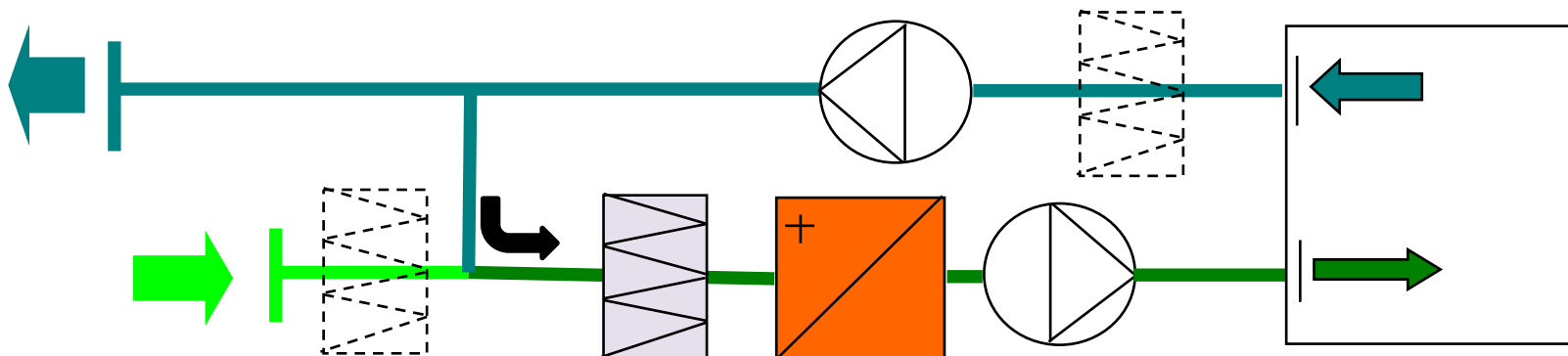
FILTRACJA POWIETRZA



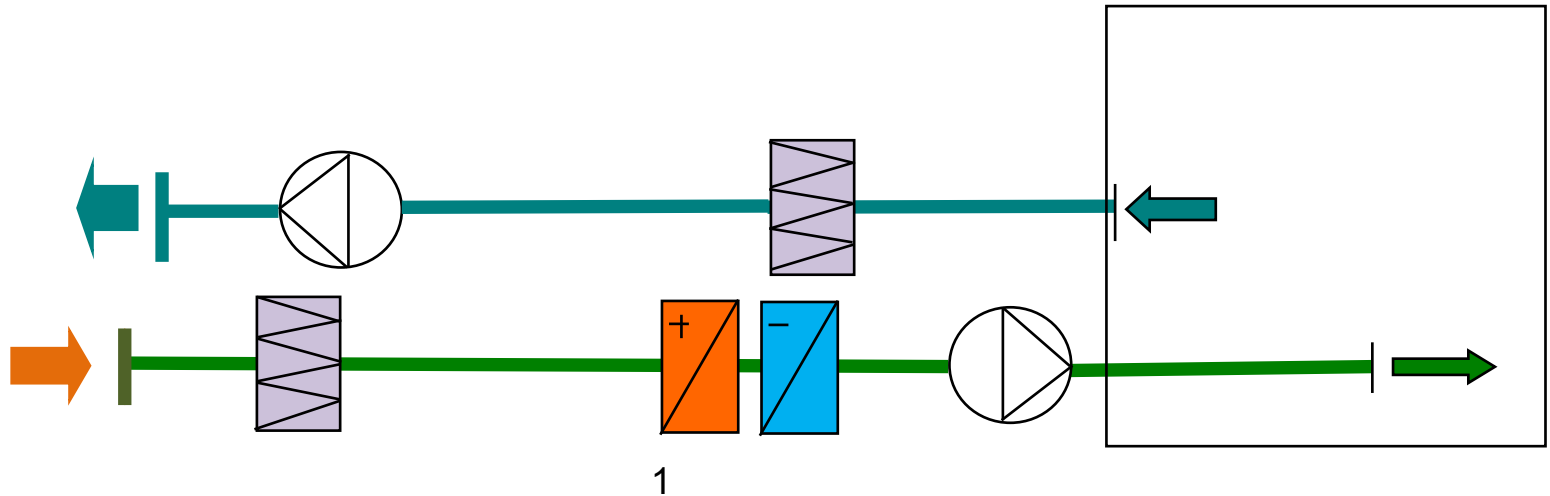
FILTRACJA POWIETRZA



FILTRACJA POWIETRZA



OGRZEWANIE POWIETRZA

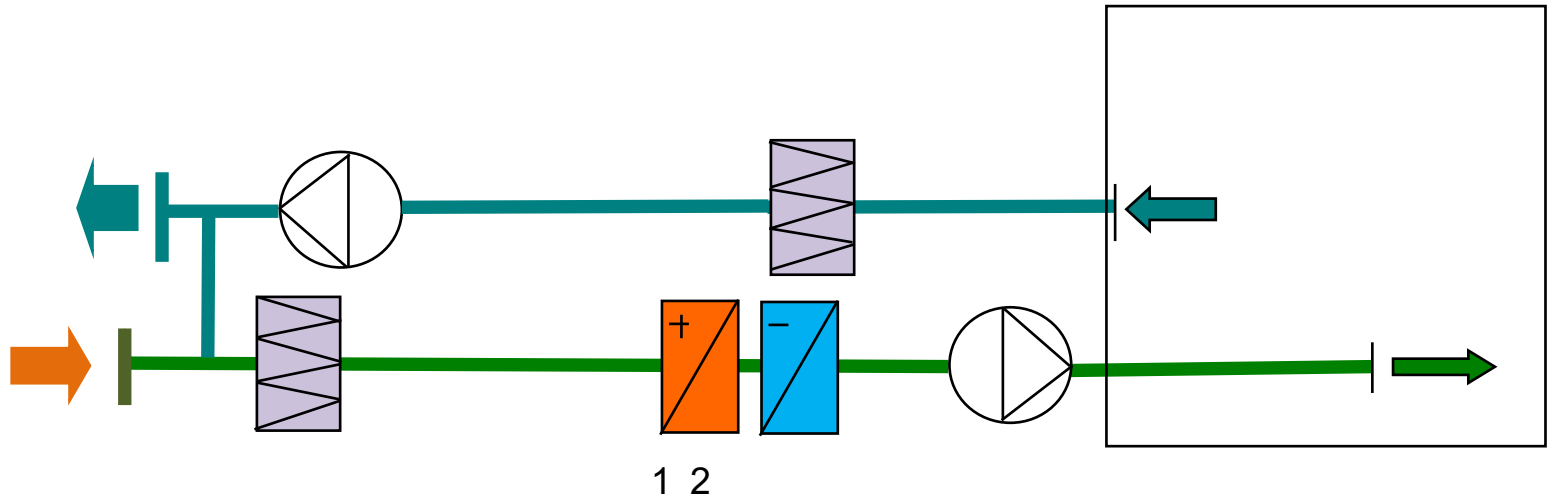


Ogrzewanie powietrza odbywa się w urządzeniach nazywanych **nagrzewnicami**.

W urządzeniach tych ogrzewane może być:

1. powietrze zewnętrzne,

OGRZEWANIE POWIETRZA

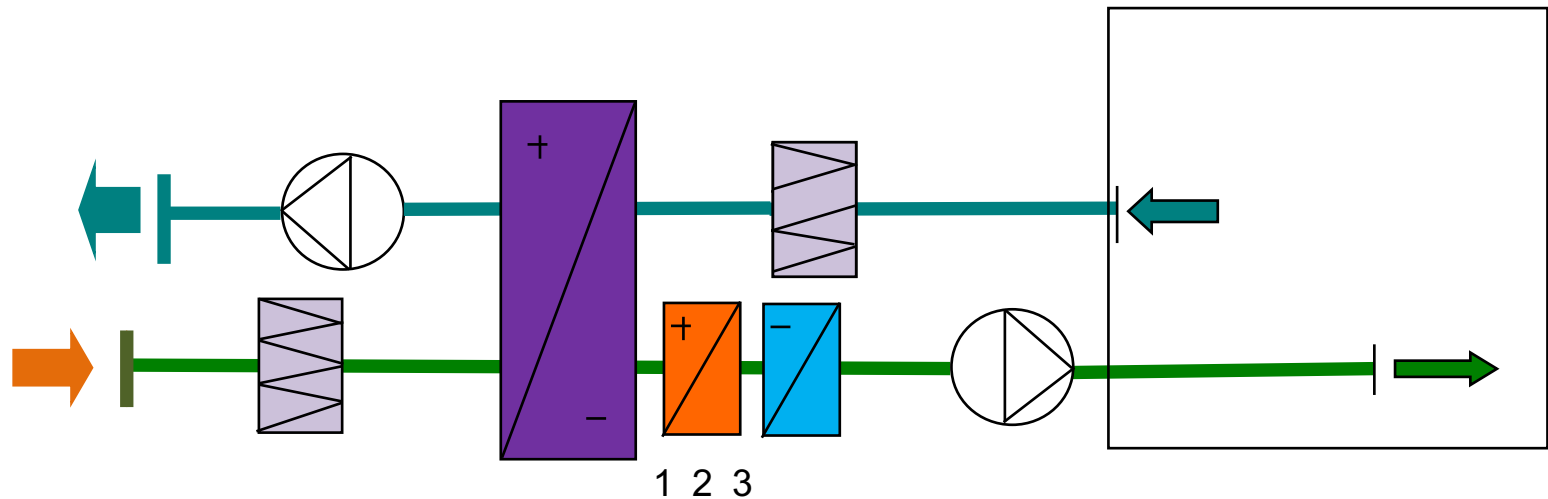


Ogrzewanie powietrza odbywa się w urządzeniach nazywanych **nagrzewnicami**.

W urządzeniach tych ogrzewane może być:

1. powietrze zewnętrzne,
2. mieszanina powietrza zewnętrznego i powietrza z pomieszczenia (obiegowe),

OGRZEWANIE POWIETRZA

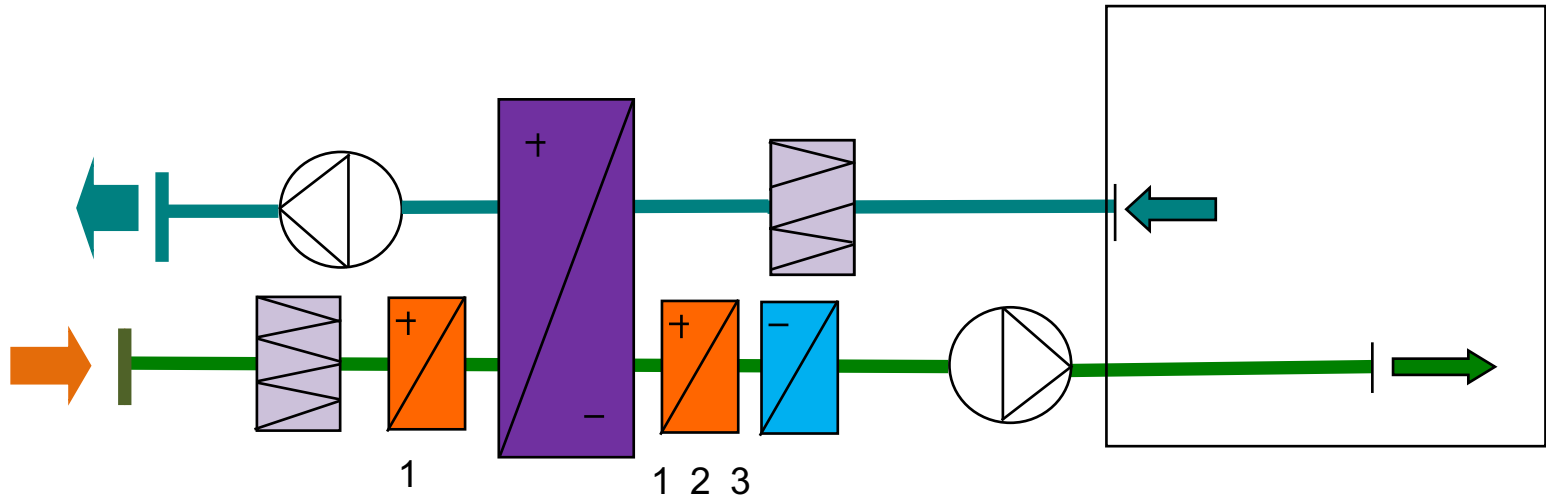


Ogrzewanie powietrza odbywa się w urządzeniach nazywanych **nagrzewnicami**.

W urządzeniach tych ogrzewane może być:

1. powietrze zewnętrzne,
2. mieszanina powietrza zewnętrznego i powietrza z pomieszczenia (obiegowe),
3. powietrze wstępnie uzdatnione w wymienniku do odzysku ciepła,

OGRZEWANIE POWIETRZA

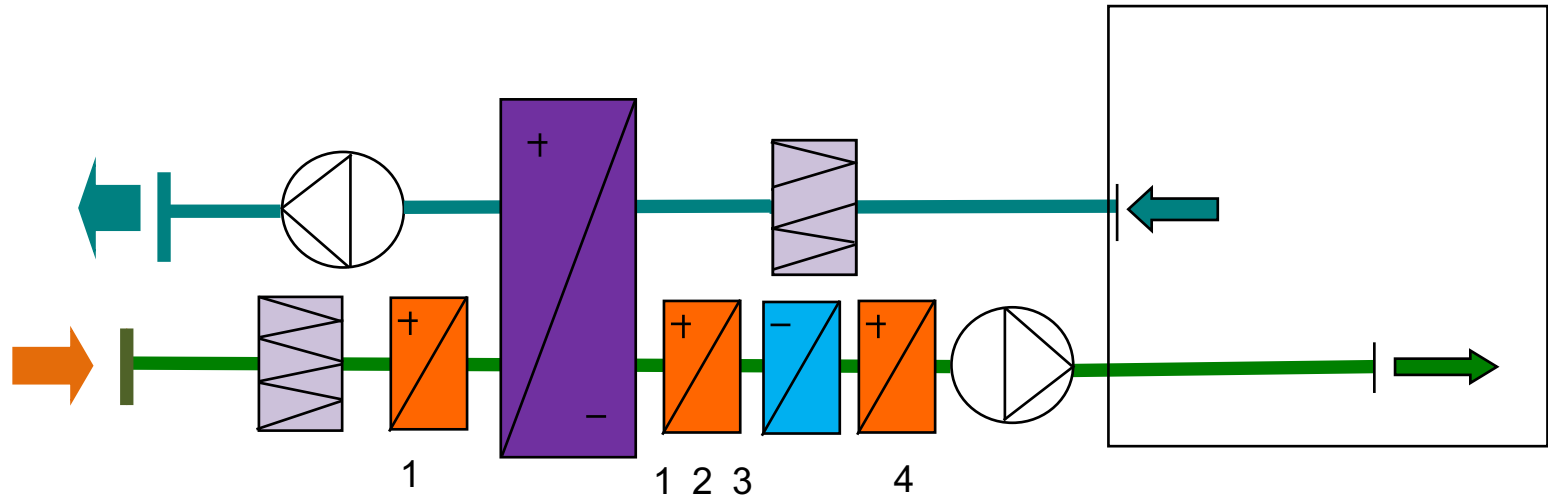


Ogrzewanie powietrza odbywa się w urządzeniach nazywanych **nagrzewnicami**.

W urządzeniach tych ogrzewane może być:

1. powietrze zewnętrzne,
2. mieszanina powietrza zewnętrznego i powietrza z pomieszczenia (obiegowe),
3. powietrze wstępnie uzdatnione w wymienniku do odzysku ciepła,

OGRZEWANIE POWIETRZA

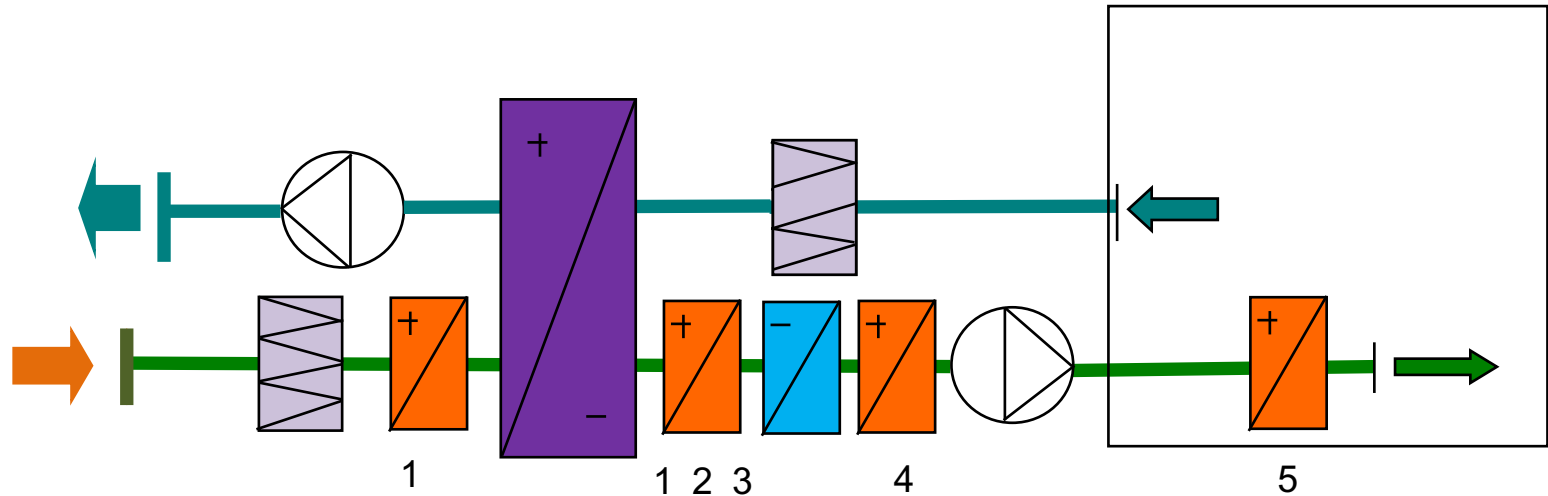


Ogrzewanie powietrza odbywa się w urządzeniach nazywanych **nagrzewnicami**.

W urządzeniach tych ogrzewane może być:

1. powietrze zewnętrzne,
2. mieszanina powietrza zewnętrznego i powietrza z pomieszczenia (obiegowe),
3. powietrze wstępnie uzdatnione w wymienniku do odzysku ciepła,
4. powietrze osuszone przez chłodnicę,

OGRZEWANIE POWIETRZA

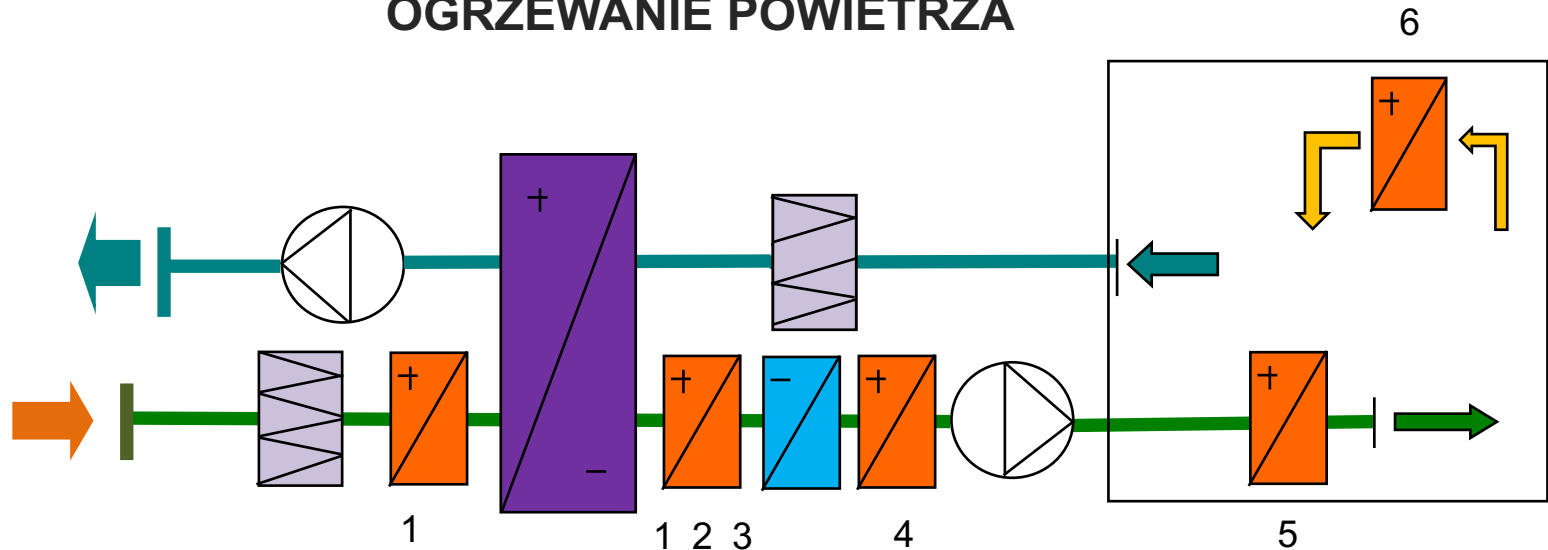


Ogrzewanie powietrza odbywa się w urządzeniach nazywanych **nagrzewnicami**.

W urządzeniach tych ogrzewane może być:

1. powietrze zewnętrzne,
2. mieszanina powietrza zewnętrznego i powietrza z pomieszczenia (obiegowe),
3. powietrze wstępnie uzdatnione w wymienniku do odzysku ciepła,
4. powietrze osuszone przez chłodnicę,
5. powietrze wprowadzane do pomieszczenia,

OGRZEWANIE POWIETRZA



Ogrzewanie powietrza odbywa się w urządzeniach nazywanych **nagrzewnicami**.

W urządzeniach tych ogrzewane może być:

1. powietrze zewnętrzne,
2. mieszanina powietrza zewnętrznego i powietrza z pomieszczenia (obiegowe),
3. powietrze wstępnie uzdatnione w wymienniku do odzysku ciepła,
4. powietrze osuszone przez chłodnicę,
5. powietrze wprowadzane do pomieszczenia,
6. powietrze w pomieszczeniu (obiegowe).

OGRZEWANIE POWIETRZA

Czynniki grzewcze i źródła ciepła dla nagrzewnic:

1. WODA *„nagrzewnica wodna”*
2. MIESZANINA WODY I CZYNNIKA OBNIŻAJĄCEGO TEMPERATURĘ ZAMARZANIA (glikol etylenowy, propylenowy)
„nagrzewnica wodna”, „nagrzewnica glikolowa”
3. PARA *„nagrzewnica parowa”*
4. ENERGIA ELEKTRYCZNA *„nagrzewnica elektryczna”*
5. BEZPOŚREDNIE SPALANIE PALIWA *„nagrzewnica gazowa lub olejowa”*
6. PRZEMIANA FAZOWA F-GAZU *np. splity, klimatyzatory, pompy ciepła*

OGRZEWANIE POWIETRZA

Czynniki grzewcze i źródła ciepła dla nagrzewnic:

KOTŁOWNIE LOKALNE, WĘZŁY CIEPŁOWNICZE, CIEPŁO TECHNOLOGICZNE

1. WODA *„nagrzewnica wodna”*
2. MIESZANINA WODY I CZYNNIKA OBNIŻAJĄCEGO TEMPERATURĘ ZAMARZANIA (glikol etylenowy, propylenowy)
„nagrzewnica wodna”, „nagrzewnica glikolowa”
3. PARA *„nagrzewnica parowa”*

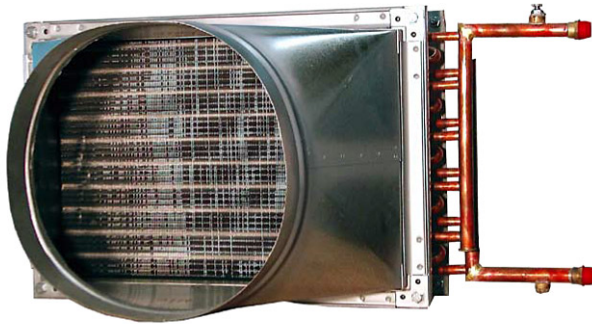
4. ENERGIA ELEKTRYCZNA *„nagrzewnica elektryczna”*

5. BEZPOŚREDNIE SPALANIE PALIWA *„nagrzewnica gazowa lub olejowa”*

6. PRZEMIANA FAZOWA F-GAZU *np. splity, klimatyzatory, pompy ciepła*

SKRAPLACZ KLIMATYZATORA SPLIT LUB POMPY CIEPŁA

OGRZEWANIE POWIETRZA

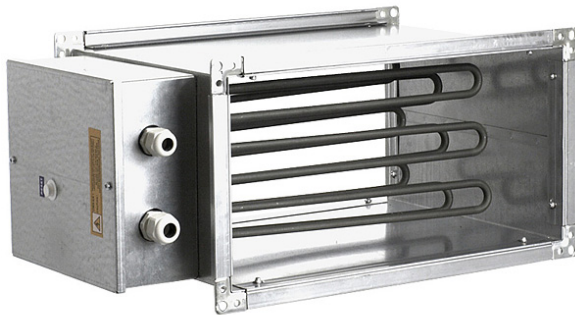


Nagrzewnice wodne



Nagrzewnice parowe

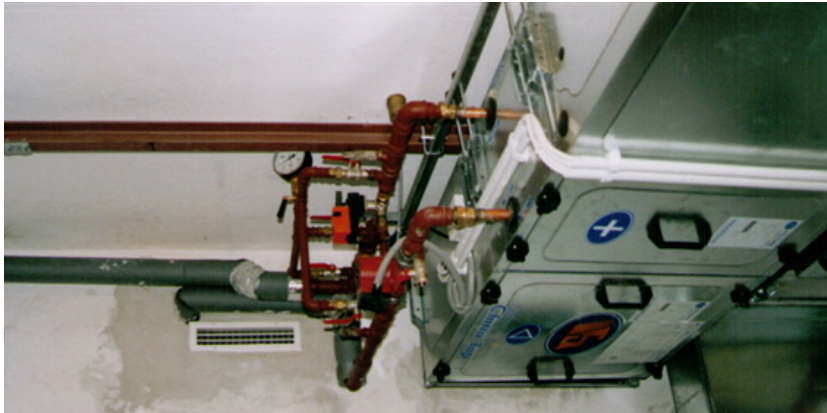
OGRZEWANIE POWIETRZA



Nagrzewnice
elektryczne

Nagrzewnice gazowe/olejowe

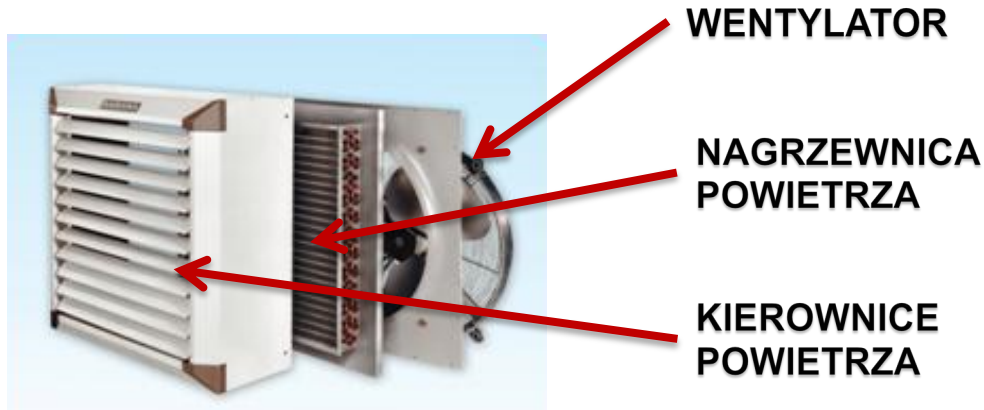
OGRZEWANIE POWIETRZA



OGRZEWANIE POWIETRZA

Ogrzewanie powietrza bezpośrednio w pomieszczeniu

Aparaty grzewczo - wentylacyjne



OGRZEWANIE POWIETRZA

Ogrzewanie powietrza bezpośrednio w pomieszczeniu

Aparaty grzewczo - wentylacyjne



WENTYLATOR

NAGRZEWNICA
POWIETRZA

KIEROWNICE
POWIETRZA

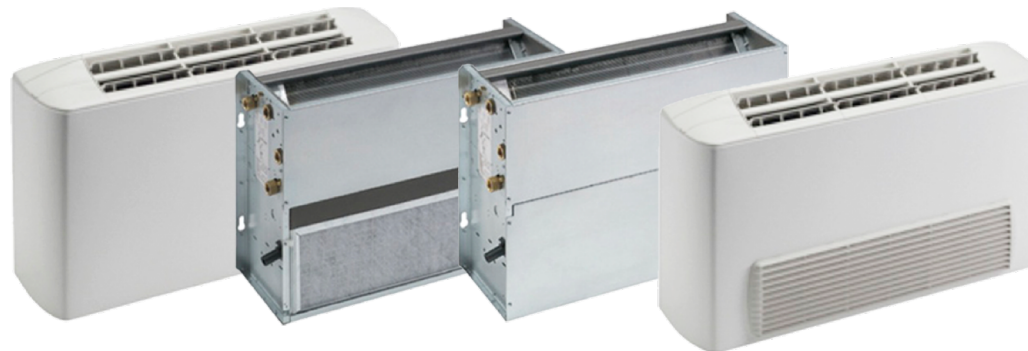
Nawietrzak z grzałką elektryczną



OGRZEWANIE POWIETRZA

Ogrzewanie powietrza bezpośrednio w pomieszczeniu

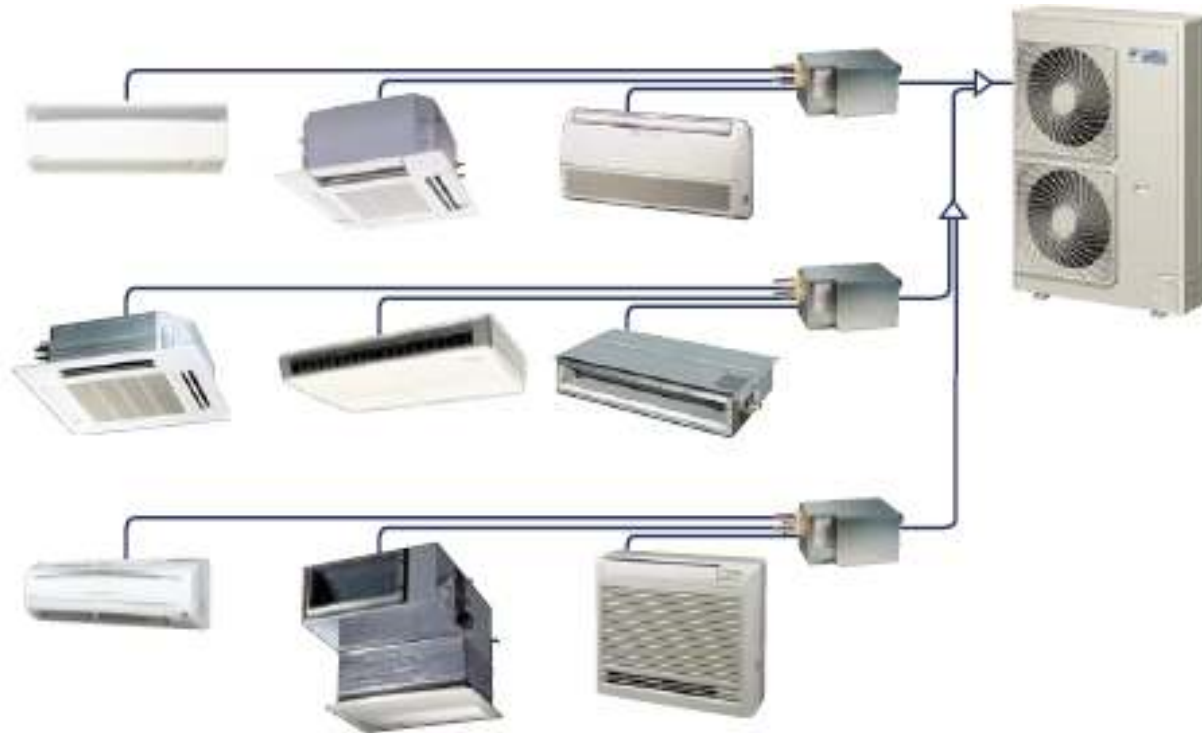
Wentylokonwektory i klimakonwektory



OGRZEWANIE POWIETRZA

Ogrzewanie powietrza bezpośrednio w pomieszczeniu

Różnego rodzaju tzw. klimatyzatory w urządzeniach "odwracalnych"
(praca przemienna jako agregat chłodniczy lub pompa ciepła)
lub w urządzeniach VRF z odzyskiem ciepła



OGRZEWANIE POWIETRZA



<https://daywebchronicle.com/2020/07/27/>



<https://www.daikin.pl/>



<https://www.ventilclima.com/>

OGRZEWANIE POWIETRZA

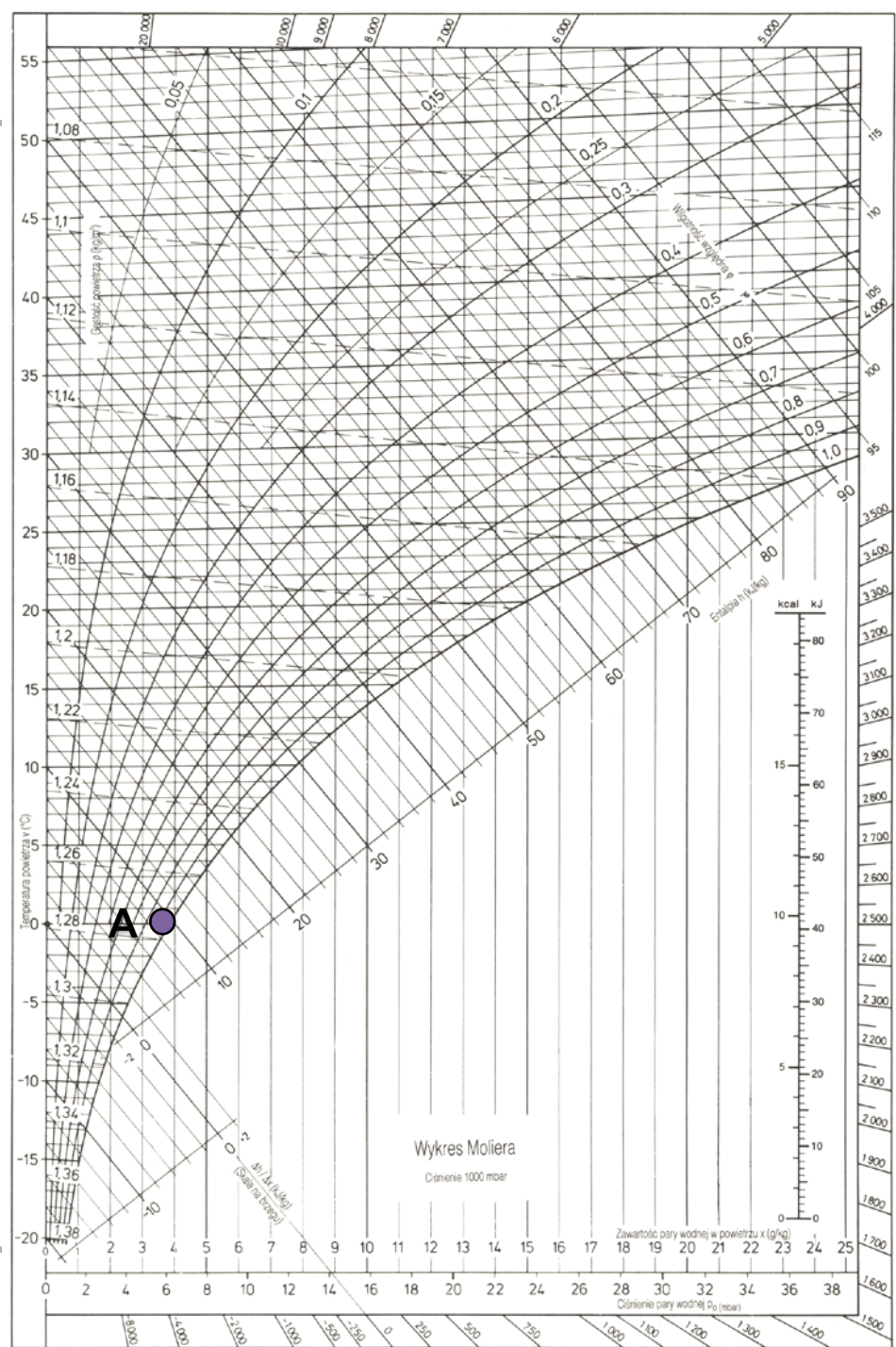


<https://kargosha.com/>



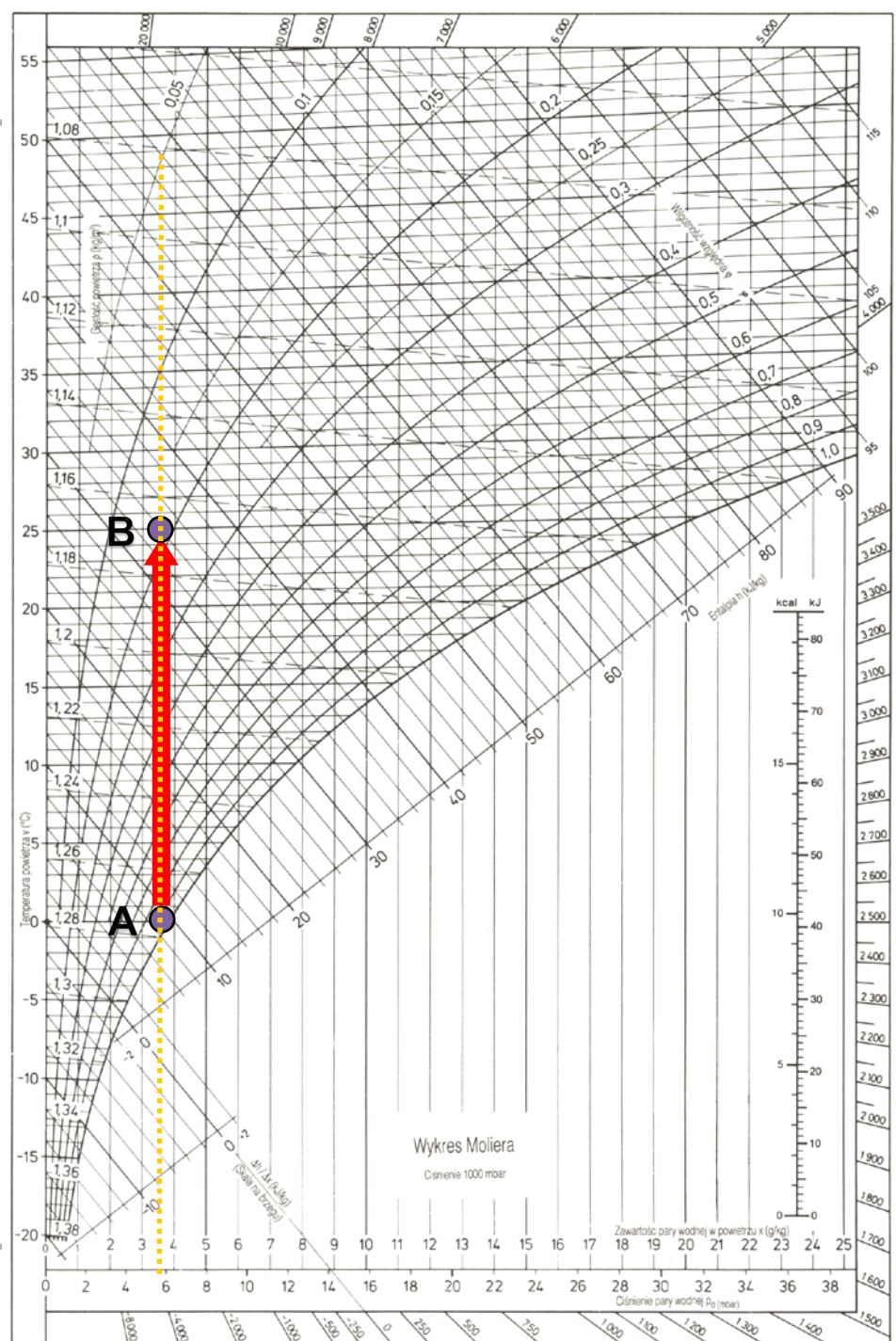
OGRZEWANIE POWIETRZA

Przykładowo:
Chcemy ogrzać powietrze
zewnętrzne od 0°C do 25°C



OGRZEWANIE POWIETRZA

Przykładowo:
Chcemy ogrzać powietrze
zewnętrzne od 0°C do 25°C



OGRZEWANIE POWIETRZA

Moc cieplną nagrzewnic oblicza się z zależności:

$$Q_N = V \cdot \rho \cdot c_p (t_B - t_A)$$

gdzie:

V – strumień powietrza wentylującego, m^3/s

t_A – temperatura powietrza napływającego do nagrzewnicy (np. powietrza zewnętrznego), $^{\circ}C$

t_B – temperatura powietrza wypływającego z nagrzewnicy (powietrza nawiewanego), $^{\circ}C$

ρ – gęstość powietrza napływającego do nagrzewnicy, kg/m^3
(najczęściej przyjmujemy $1,2kg/m^3$)

c_p – właściwa pojemność cieplna powietrza, kJ/kgK (przyjmujemy $1,005 kJ/kgK$)

OGRZEWANIE POWIETRZA

Moc cieplną nagrzewnic oblicza się z zależności:

$$Q_N = V \cdot \rho \cdot c_p (t_B - t_A)$$

gdzie:

V – strumień powietrza wentylującego, m^3/s

t_A – temperatura powietrza napływającego do nagrzewnicy (np. powietrza zewnętrznego), $^{\circ}C$

t_B – temperatura powietrza wypływającego z nagrzewnicy (powietrza nawiewanego), $^{\circ}C$

ρ – gęstość powietrza napływającego do nagrzewnicy, kg/m^3
(najczęściej przyjmujemy $1,2kg/m^3$)

c_p – właściwa pojemność cieplna powietrza, kJ/kgK (przyjmujemy $1,005 kJ/kgK$)

A gdybyśmy w naszym domu chcieli ogrzać $300 m^3/h$ przy tych samych parametrach A i B?

OGRZEWANIE POWIETRZA

Moc cieplną nagrzewnic oblicza się z zależności:

$$Q_N = V \cdot \rho \cdot c_p (t_B - t_A)$$

gdzie:

V – strumień powietrza wentylującego, m^3/s

t_A – temperatura powietrza napływającego do nagrzewnicy (np. powietrza zewnętrznego), $^{\circ}C$

t_B – temperatura powietrza wypływającego z nagrzewnicy (powietrza nawiewanego), $^{\circ}C$

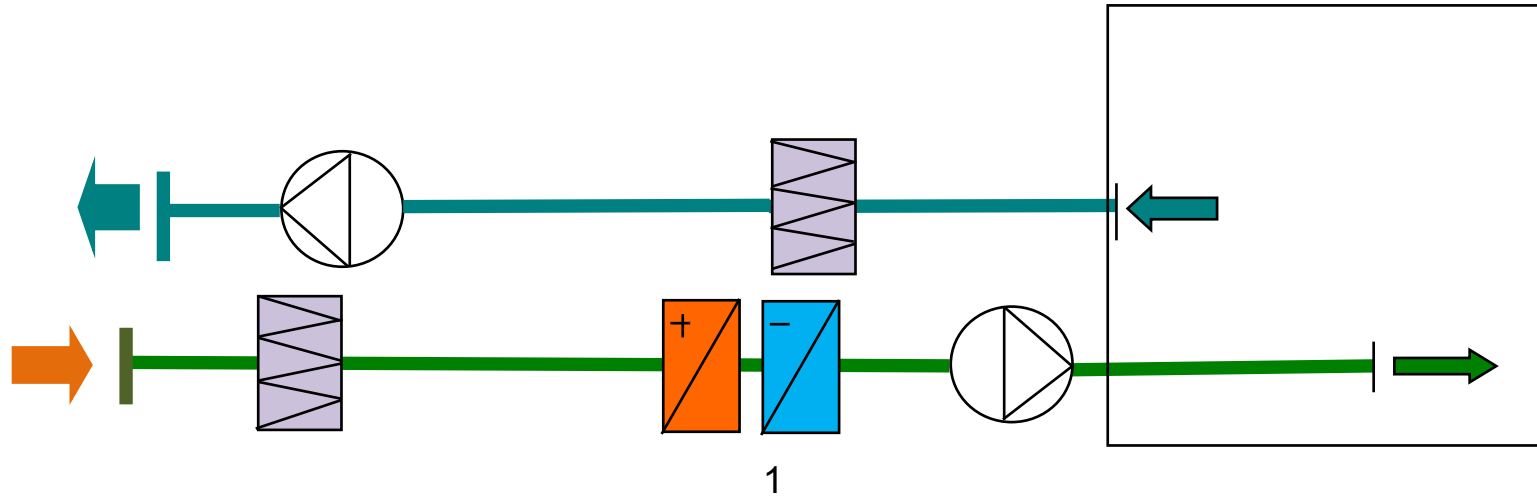
ρ – gęstość powietrza napływającego do nagrzewnicy, kg/m^3
(najczęściej przyjmujemy $1,2kg/m^3$)

c_p – właściwa pojemność cieplna powietrza, kJ/kgK (przyjmujemy $1,005 kJ/kgK$)

A gdybyśmy w naszym domu chcieli ogrzać $300 m^3/h$ przy tych samych parametrach A i B?

$$Q_N = \frac{300}{3600} \cdot 1,2 \cdot 1,005 \cdot (25 - 0) = 2,5 kW$$

CHŁODZENIE POWIETRZA

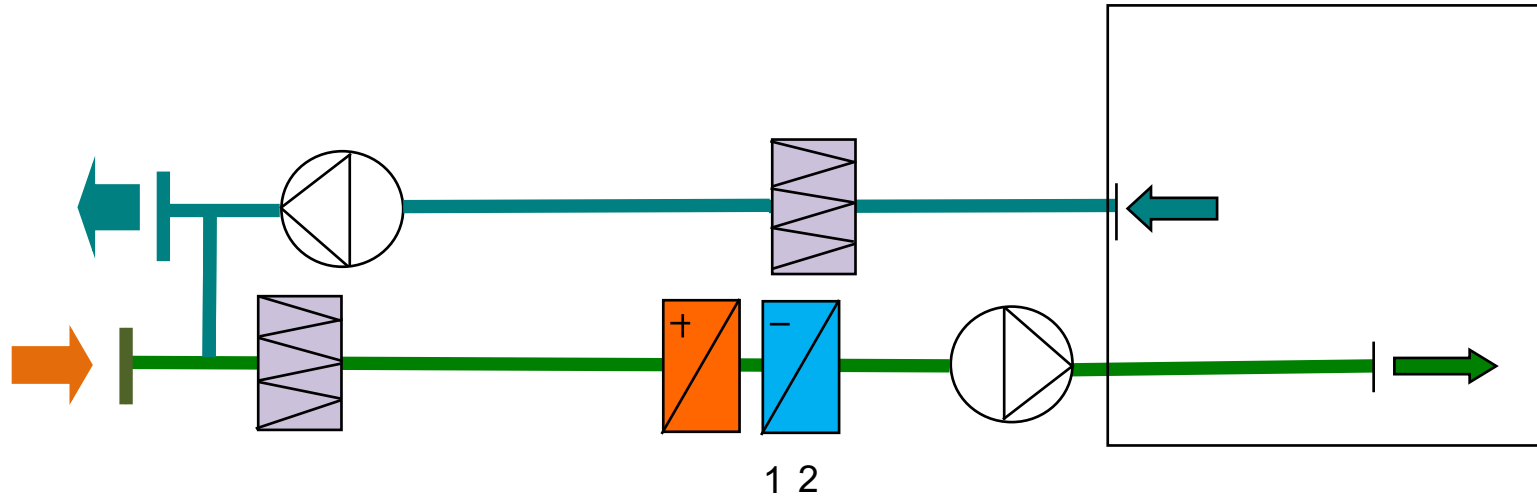


Chłodzenie powietrza odbywa się w urządzeniach nazywanych **chłodnicami**.

W urządzeniach tych chłodzone może być:

1. powietrze zewnętrzne,

CHŁODZENIE POWIETRZA

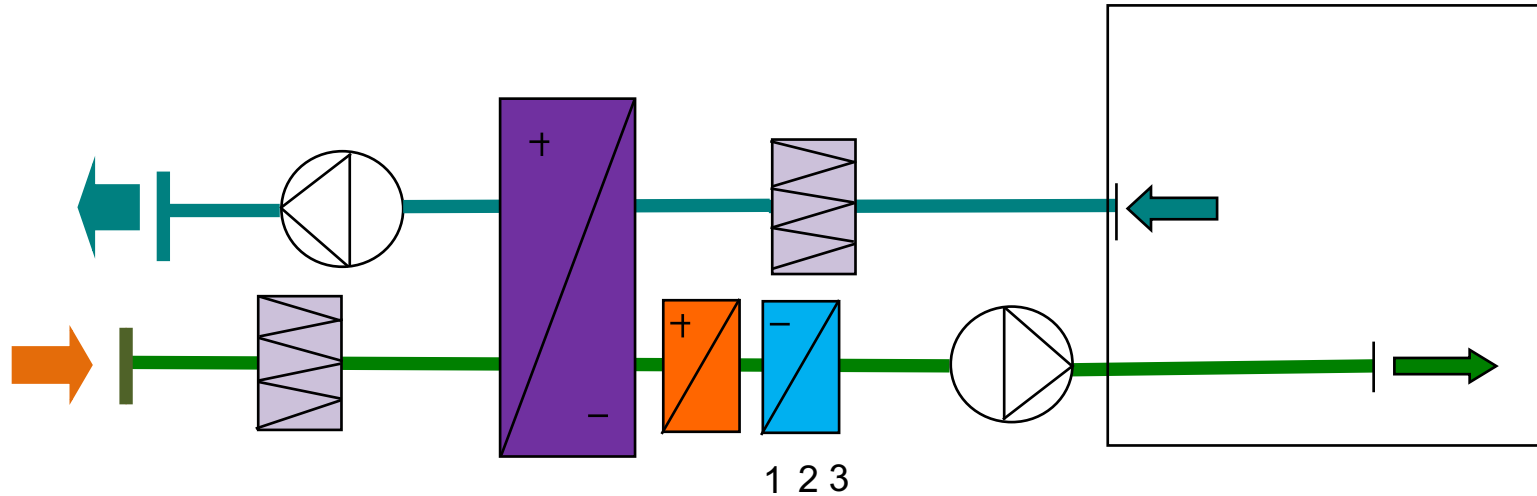


Chłodzenie powietrza odbywa się w urządzeniach nazywanych **chłodnicami**.

W urządzeniach tych chłodzone może być:

1. powietrze zewnętrzne,
2. mieszanina powietrza zewnętrznego i powietrza z pomieszczenia (obiegowe),

CHŁODZENIE POWIETRZA

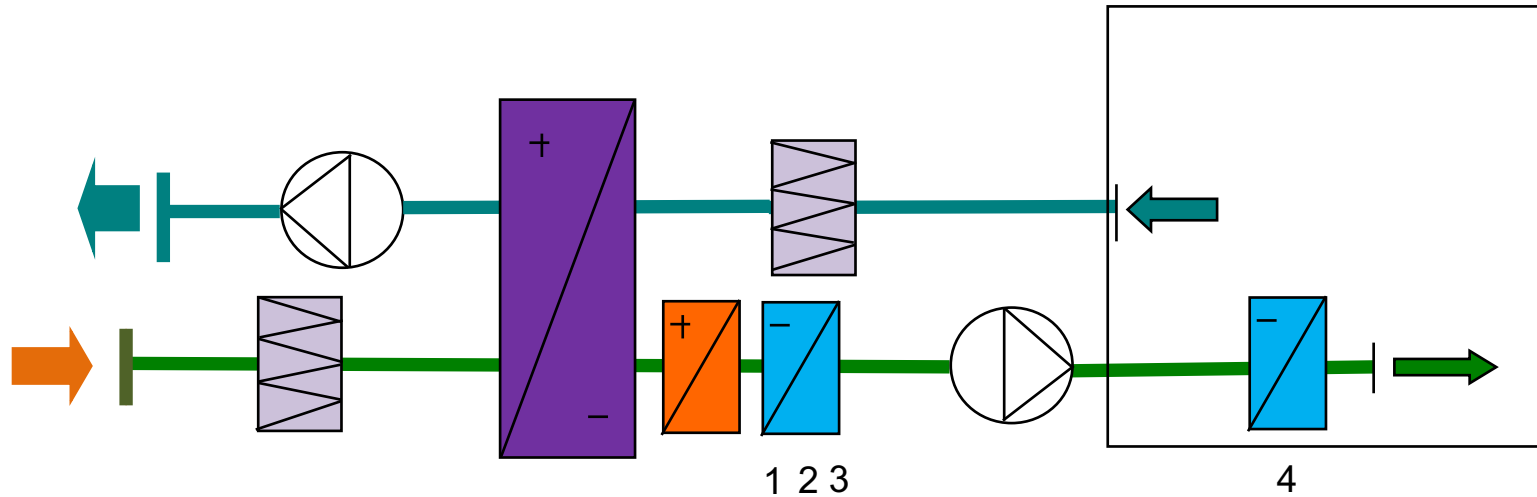


Chłodzenie powietrza odbywa się w urządzeniach nazywanych **chłodnicami**.

W urządzeniach tych chłodzone może być:

1. powietrze zewnętrzne,
2. mieszanina powietrza zewnętrznego i powietrza z pomieszczenia (obiegowe),
3. powietrze wstępnie uzdatnione w wymienniku do odzysku ciepła,

CHŁODZENIE POWIETRZA

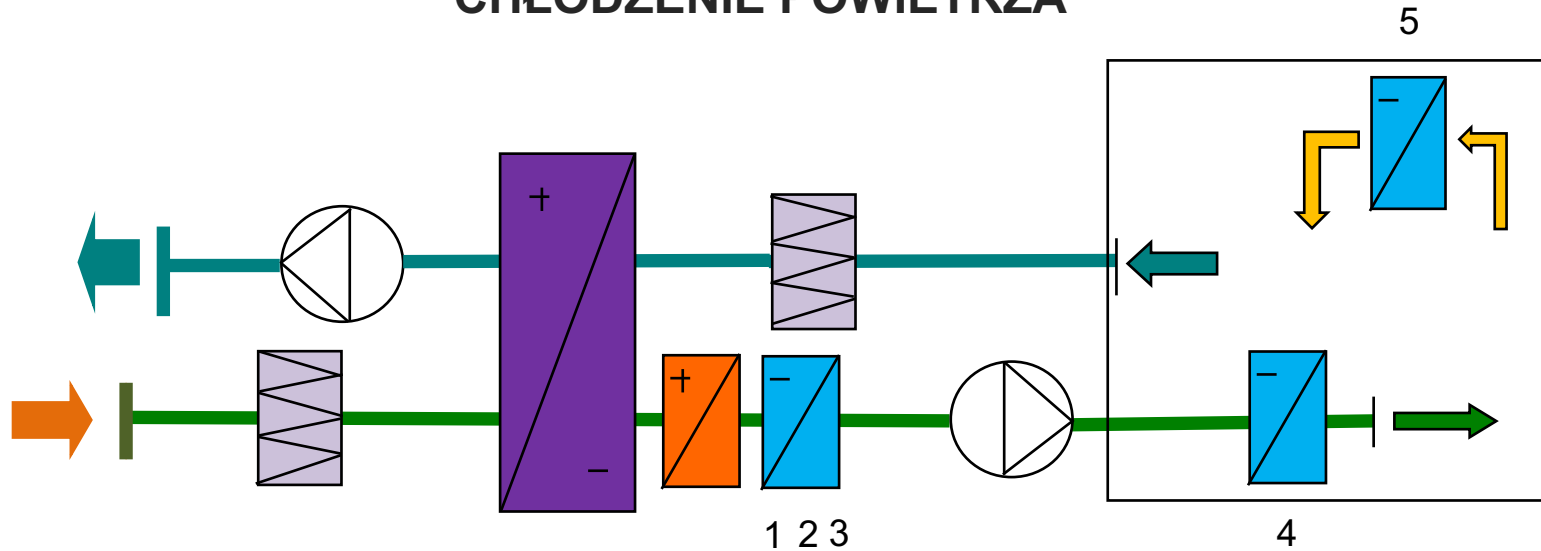


Chłodzenie powietrza odbywa się w urządzeniach nazywanych **chłodnicami**.

W urządzeniach tych chłodzone może być:

1. powietrze zewnętrzne,
2. mieszanina powietrza zewnętrznego i powietrza z pomieszczenia (obiegowe),
3. powietrze wstępnie uzdatnione w wymienniku do odzysku ciepła,
4. powietrze wprowadzane do pomieszczenia,

CHŁODZENIE POWIETRZA



Chłodzenie powietrza odbywa się w urządzeniach nazywanych **chłodnicami**.

W urządzeniach tych chłodzone może być:

1. powietrze zewnętrzne,
2. mieszanina powietrza zewnętrznego i powietrza z pomieszczenia (obiegowe),
3. powietrze wstępnie uzdatnione w wymienniku do odzysku ciepła,
4. powietrze wprowadzane do pomieszczenia,
5. powietrze w pomieszczeniu (obiegowe).

CHŁODZENIE POWIETRZA

Czynniki chłodnicze i źródła chłodu

1. WODA *„chłodnica wodna”*
2. MIESZANINA WODY I CZYNNIKA OBNIŻAJĄCEGO TEMPERATURĘ ZAMARZANIA (glikol etylenowy, propylenowy)
„chłodnica wodna”, „chłodnica glikolowa”
3. F - GAZY *„chłodnica freonowa”*

CHŁODZENIE POWIETRZA

Czynniki chłodnicze i źródła chłodu

AGREGATY CHŁODNICZE PRACUJĄCE W UKŁADACH POŚREDNICH

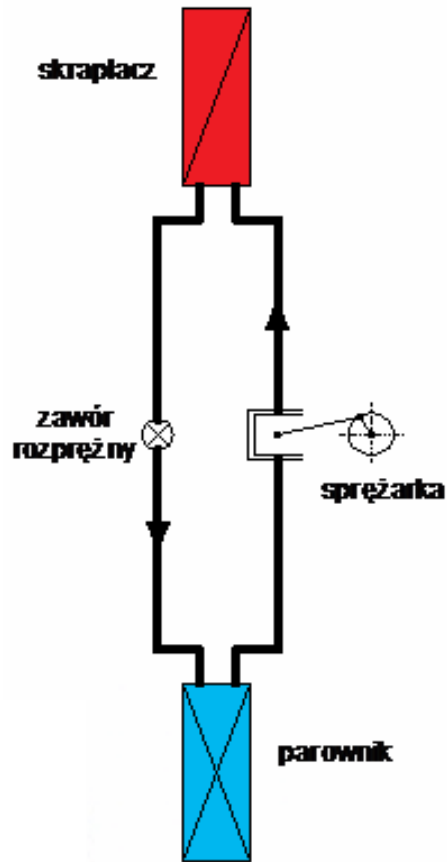
1. WODA *„chłodnica wodna”*
2. MIESZANINA WODY I CZYNNIKA OBNIŻAJĄCEGO TEMPERATURĘ ZAMARZANIA (glikol etylenowy, propylenowy)
„chłodnica wodna”, „chłodnica glikolowa”

AGREGATY CHŁODNICZE PRACUJĄCE W UKŁADACH BEZPOŚREDNICH

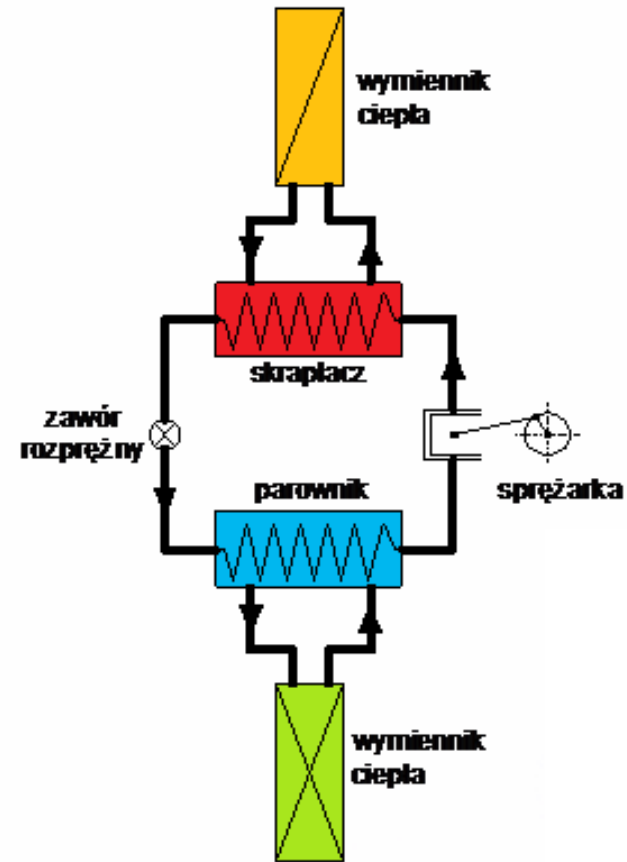
3. F - GAZY *„chłodnica freonowa”*

CHŁODZENIE POWIETRZA

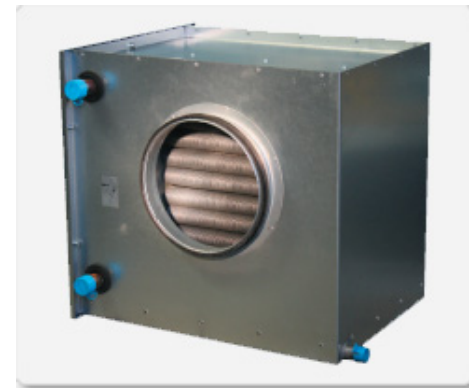
Bezpośredni system ziębienia



Pośredni system ziębienia



CHŁODZENIE POWIETRZA



Chłodnice „freonowe”

Chłodnice wodne

CHŁODZENIE POWIETRZA

Wentylokonwektory, klimakonwektory, klimatyzatory



Płaszczyzny chłodzące



Belki chłodzące

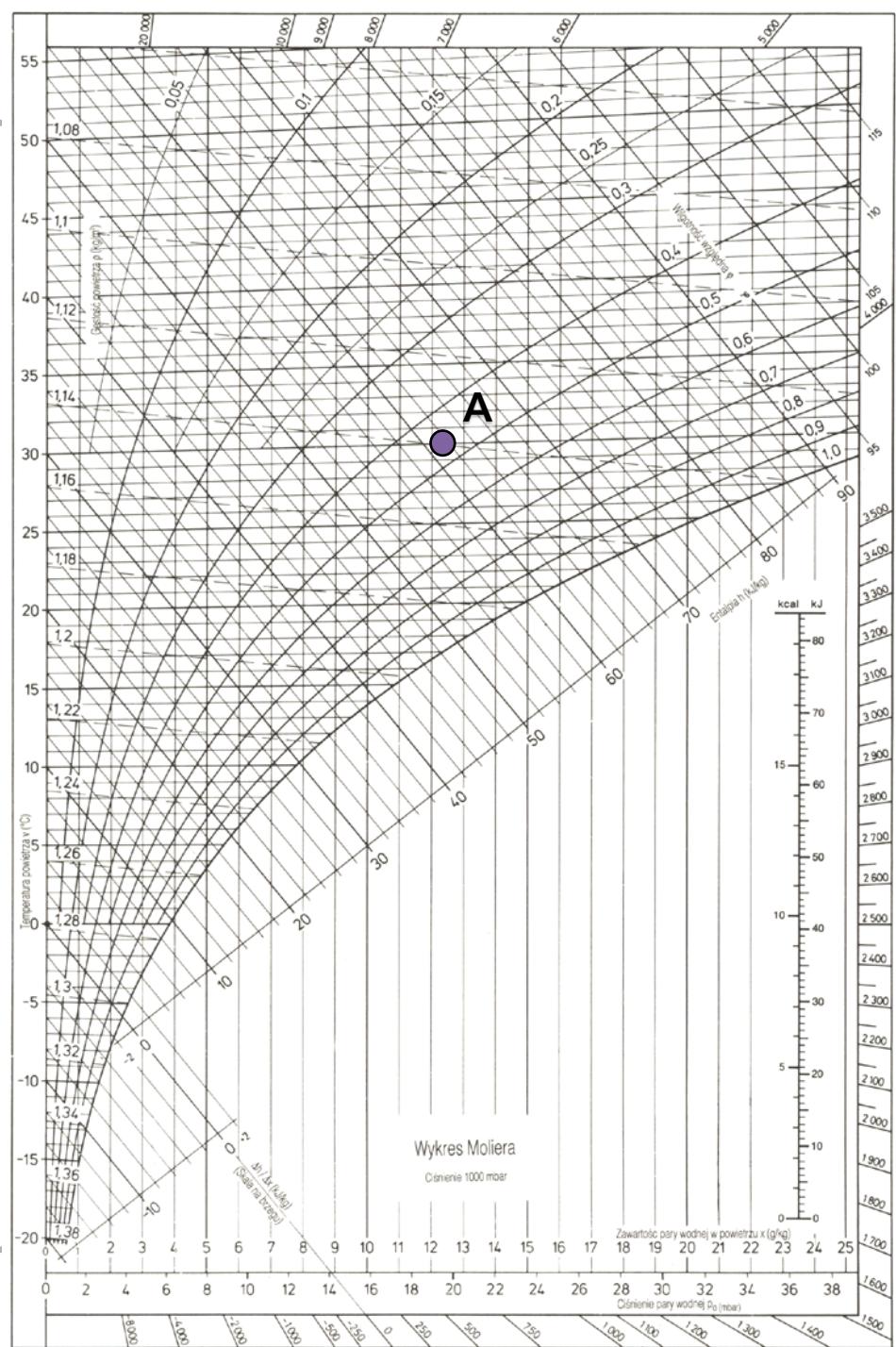


CHŁODZENIE POWIETRZA

Przykładowo:
Chcemy ochłodzić powietrze
zewnątrzne od 30°C ($\phi = 45\%$)
do 20°C

Parametry czynnika
chłodniczego:

1. 6/11 °C
2. 10/14 °C



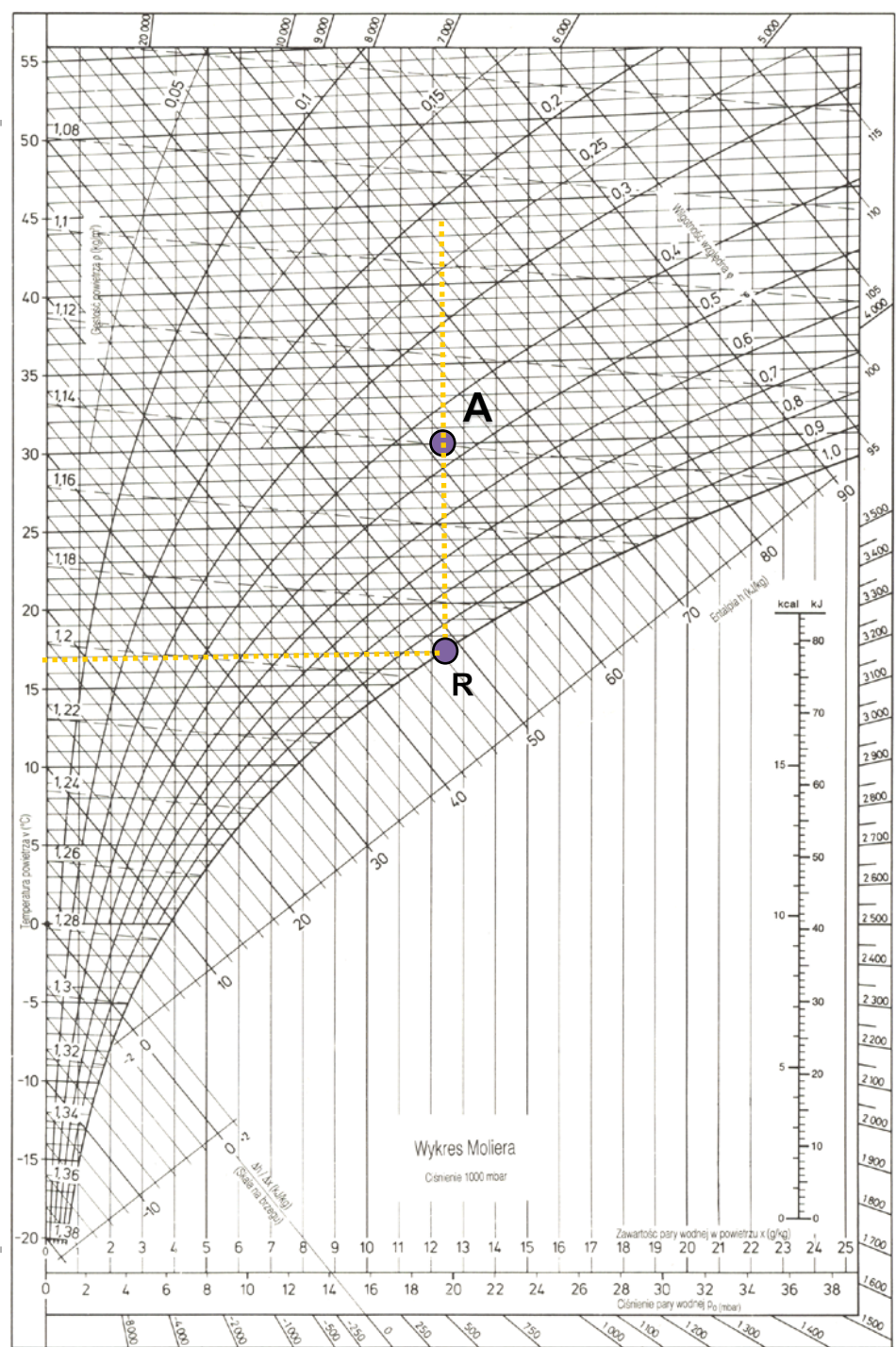
CHŁODZENIE POWIETRZA

Przykładowo:
Chcemy ochłodzić powietrze
zewnątrzne od 30°C ($\phi = 45\%$)
do 20°C

Parametry czynnika
chłodniczego:

1. 6/11 °C
2. 10/14 °C

17

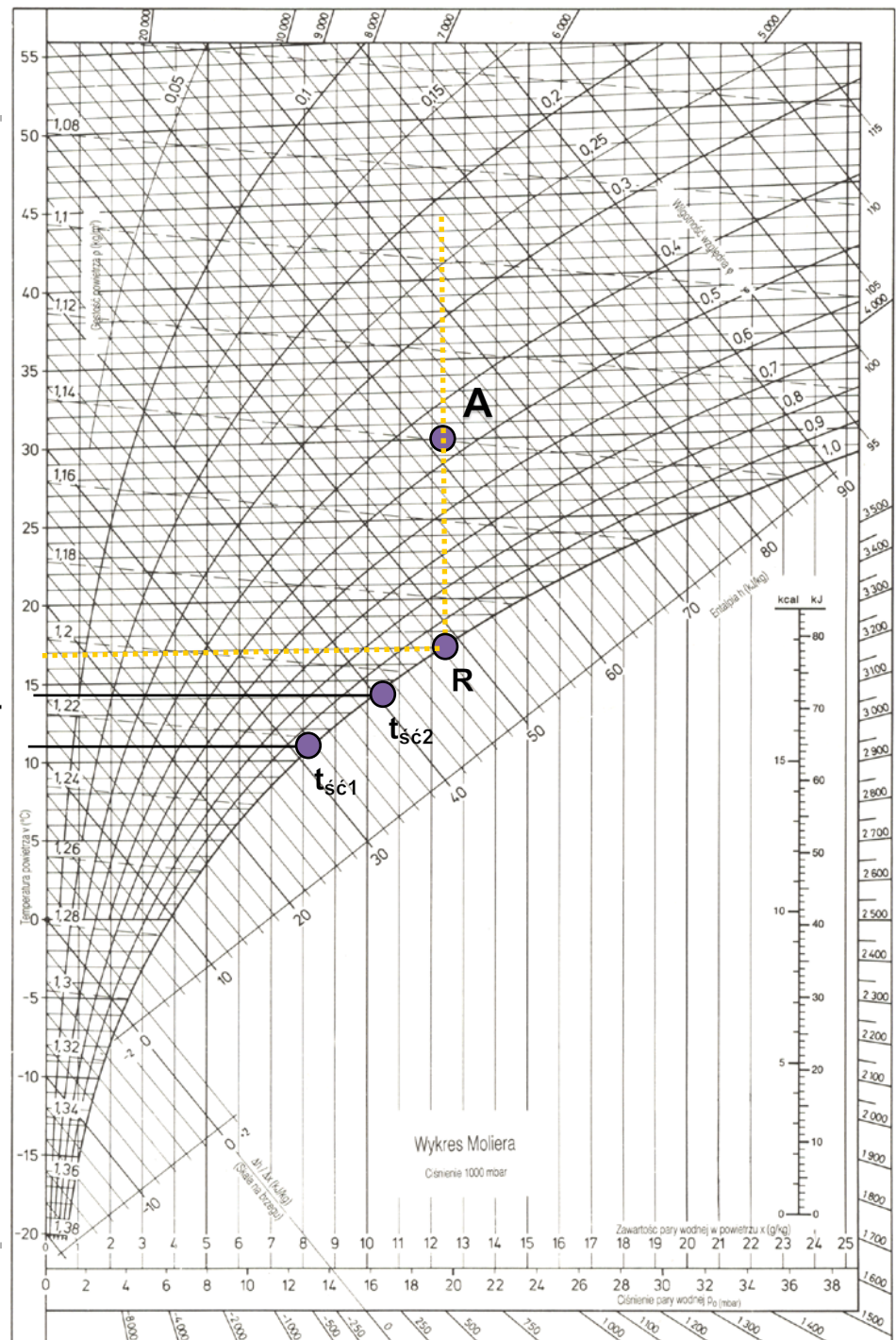


CHŁODZENIE POWIETRZA

Przykładowo:
 Chcemy ochłodzić powietrze
 zewnętrzne od 30°C ($\phi = 45\%$)
 do 20°C

Parametry czynnika
 chłodniczego:
 1. 6/11 °C
 2. 10/14 °C

17
 ~14
 ~11

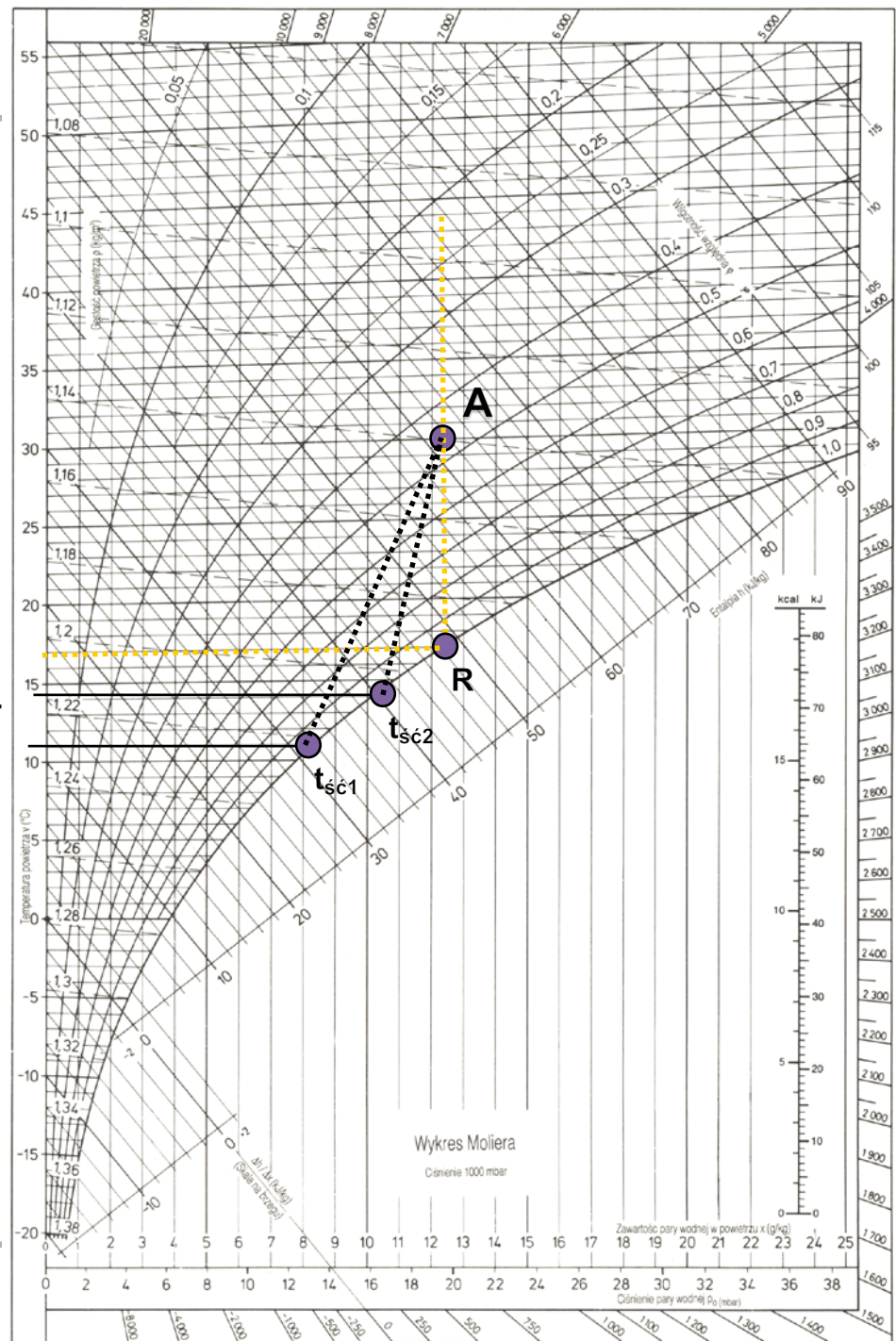


CHŁODZENIE POWIETRZA

Przykładowo:
Chcemy ochłodzić powietrze
zewnątrzne od 30°C ($\phi = 45\%$)
do 20°C

Parametry czynnika
chłodniczego:
1. 6/11 °C
2. 10/14 °C

17
~14
~11

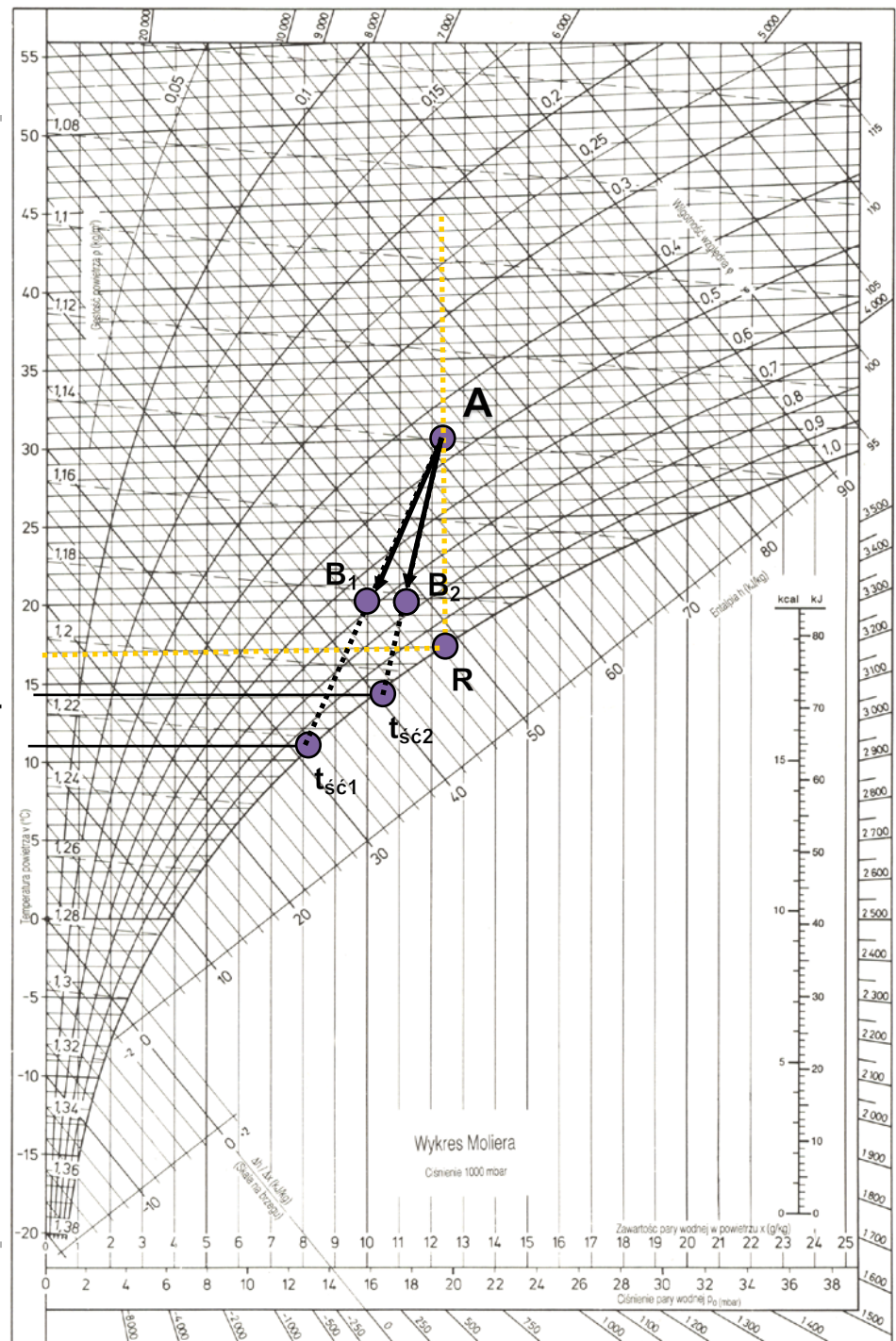


CHŁODZENIE POWIETRZA

Przykładowo:
Chcemy ochłodzić powietrze
zewnątrzne od 30°C ($\phi = 45\%$)
do 20°C

Parametry czynnika
chłodniczego:
1. 6/11 °C
2. 10/14 °C

17
~14
~11



CHŁODZENIE POWIETRZA

Przykładowo:
Chcemy ochłodzić powietrze
zewnątrzne od 30°C ($\phi = 45\%$)
do 20°C

Parametry czynnika
chłodniczego:

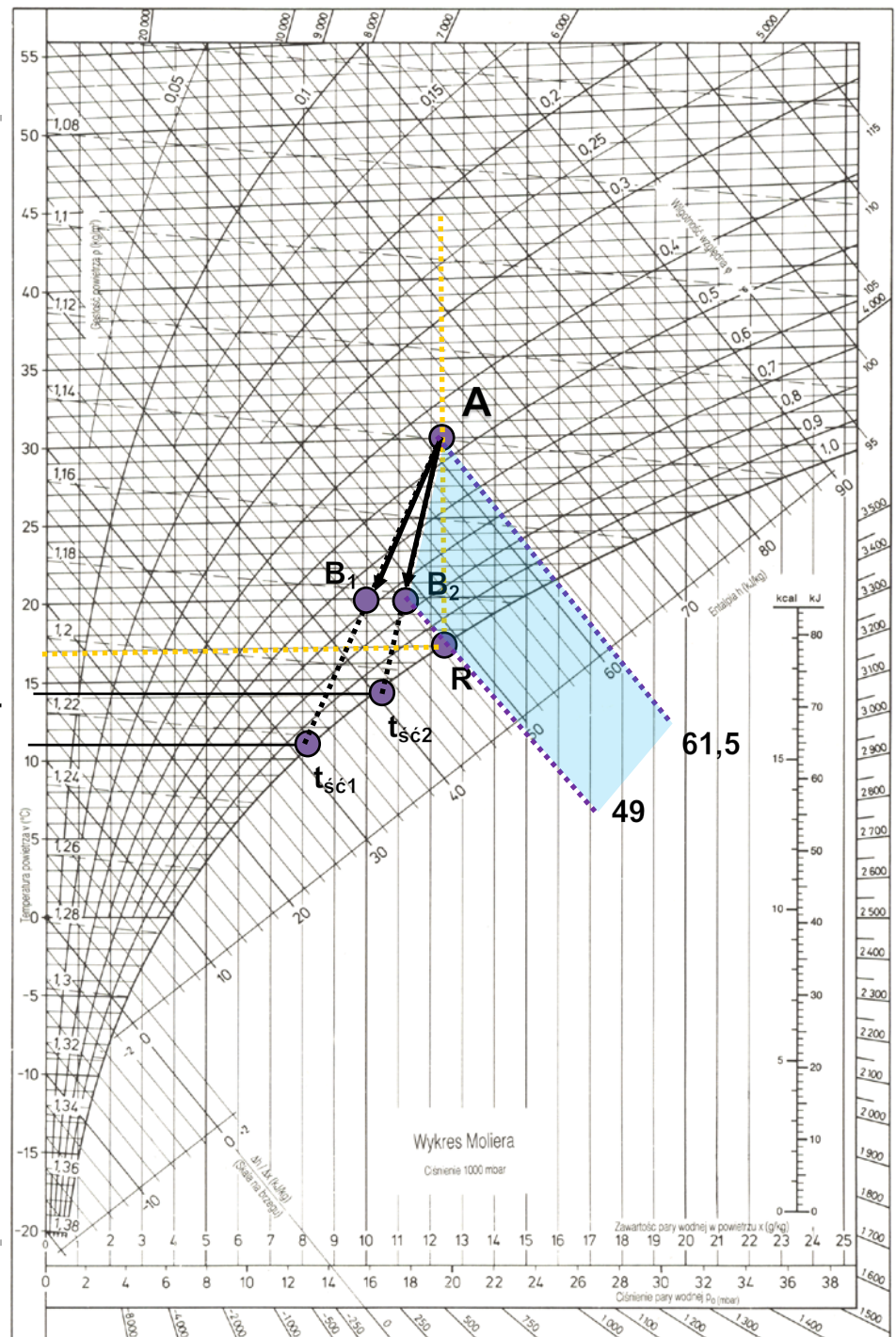
- 6/11 °C
- 10/14 °C

A gdyby strumień powietrza
wynosił 1 m³/s?

$$Q_{ch} = V \cdot \rho \cdot \Delta i$$

$$Q_{ch2} = 1 \cdot 1,2 \cdot (61,5 - 49) = 15kW$$

17
~14
~11



CHŁODZENIE POWIETRZA

Przykładowo:
 Chcemy ochłodzić powietrze
 zewnętrzne od 30°C ($\phi = 45\%$)
 do 20°C

Parametry czynnika
 chłodniczego:
 1. 6/11 °C
 2. 10/14 °C

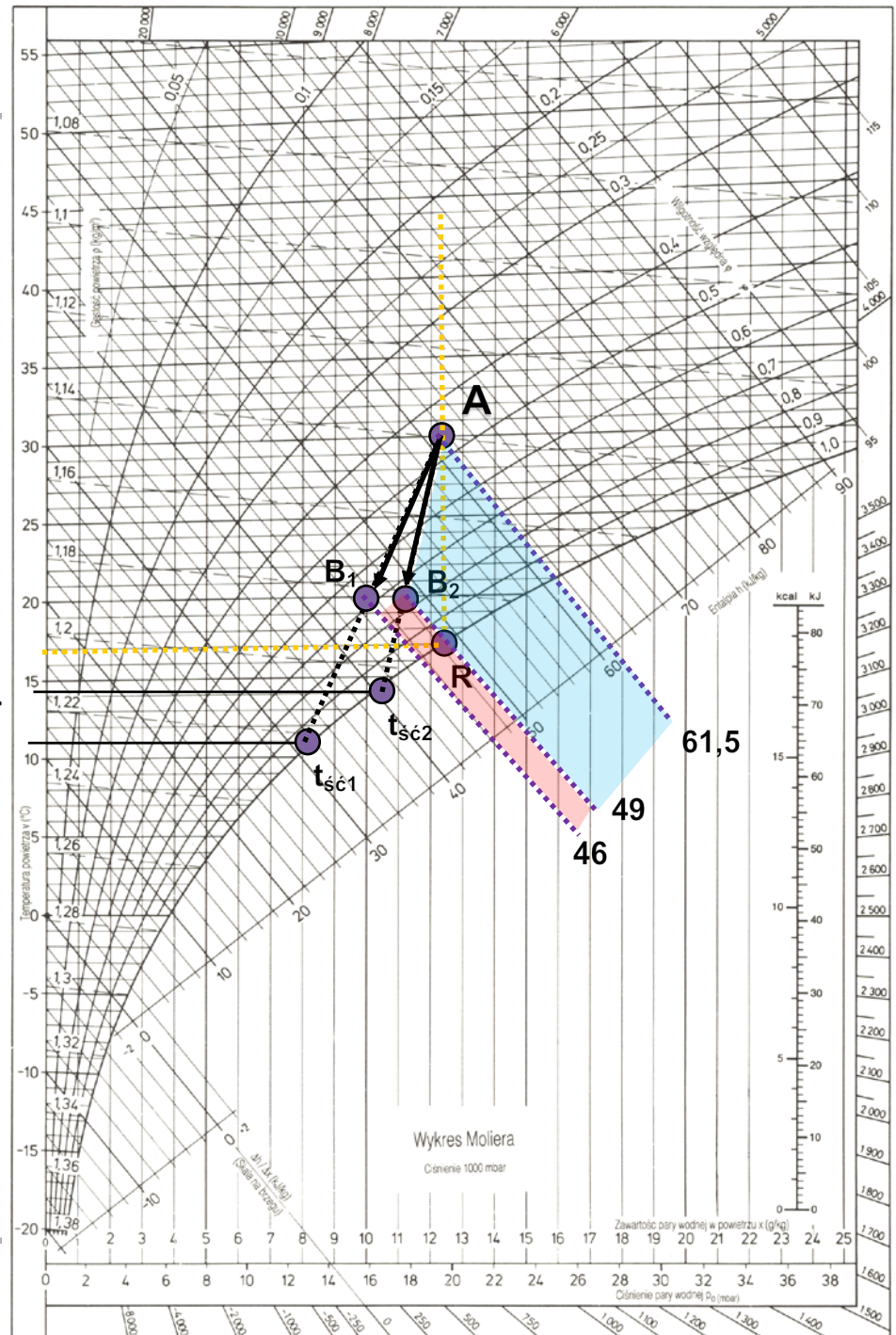
A gdyby strumień powietrza
 wynosił 1 m³/s?

$$Q_{ch} = V \cdot \rho \cdot \Delta i$$

$$Q_{ch2} = 1 \cdot 1,2 \cdot (61,5 - 49) = 15 \text{ kW}$$

$$Q_{ch1} = 1 \cdot 1,2 \cdot (61,5 - 46) = 18,6 \text{ kW}$$

17
 ~14
 ~11



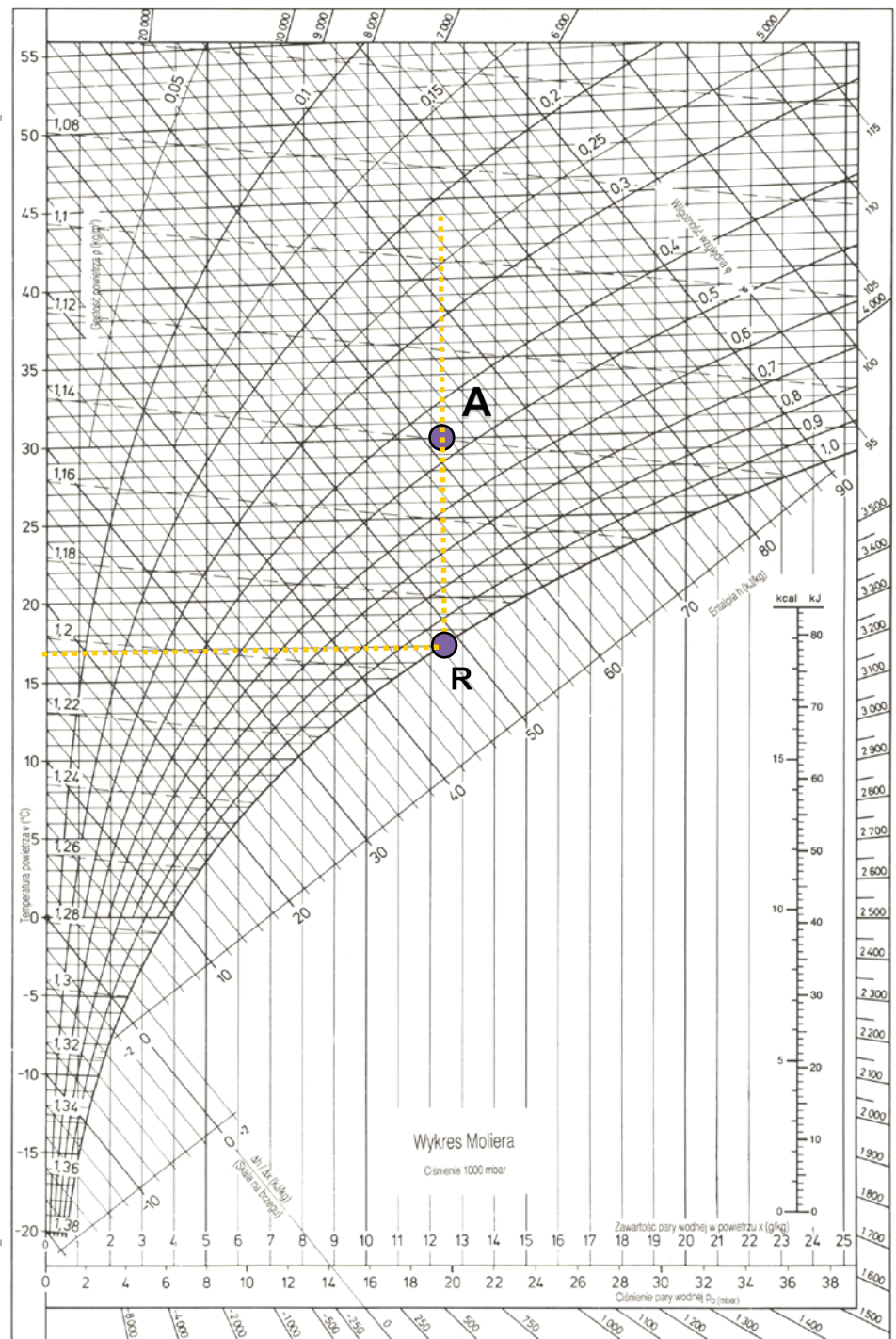
CHŁODZENIE POWIETRZA

Przykładowo:
Chcemy ochłodzić powietrze
zewnątrzne od 30°C ($\phi = 45\%$)
do 20°C

Parametry czynnika
chłodniczego:
1. 6/11 °C
2. 10/14 °C

**A jeśli parametry czynnika
wynosiłyby 14/18 °C?**

17



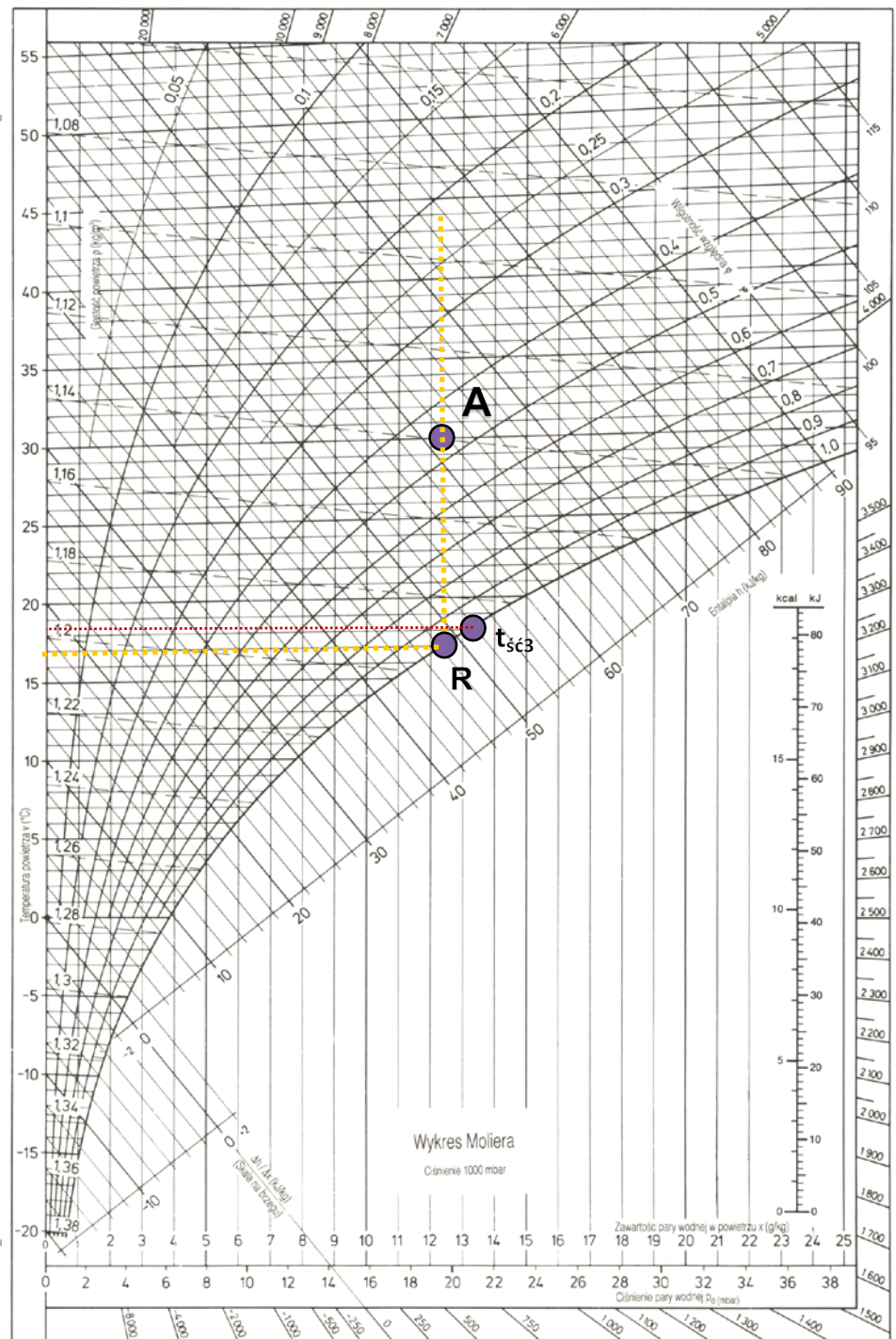
CHŁODZENIE POWIETRZA

Przykładowo:
Chcemy ochłodzić powietrze
zewnątrzne od 30°C ($\phi = 45\%$)
do 20°C

Parametry czynnika
chłodniczego:
1. 6/11 °C
2. 10/14 °C

**A jeśli parametry czynnika
wynosiłyby 14/18 °C?**

~18
17



CHŁODZENIE POWIETRZA

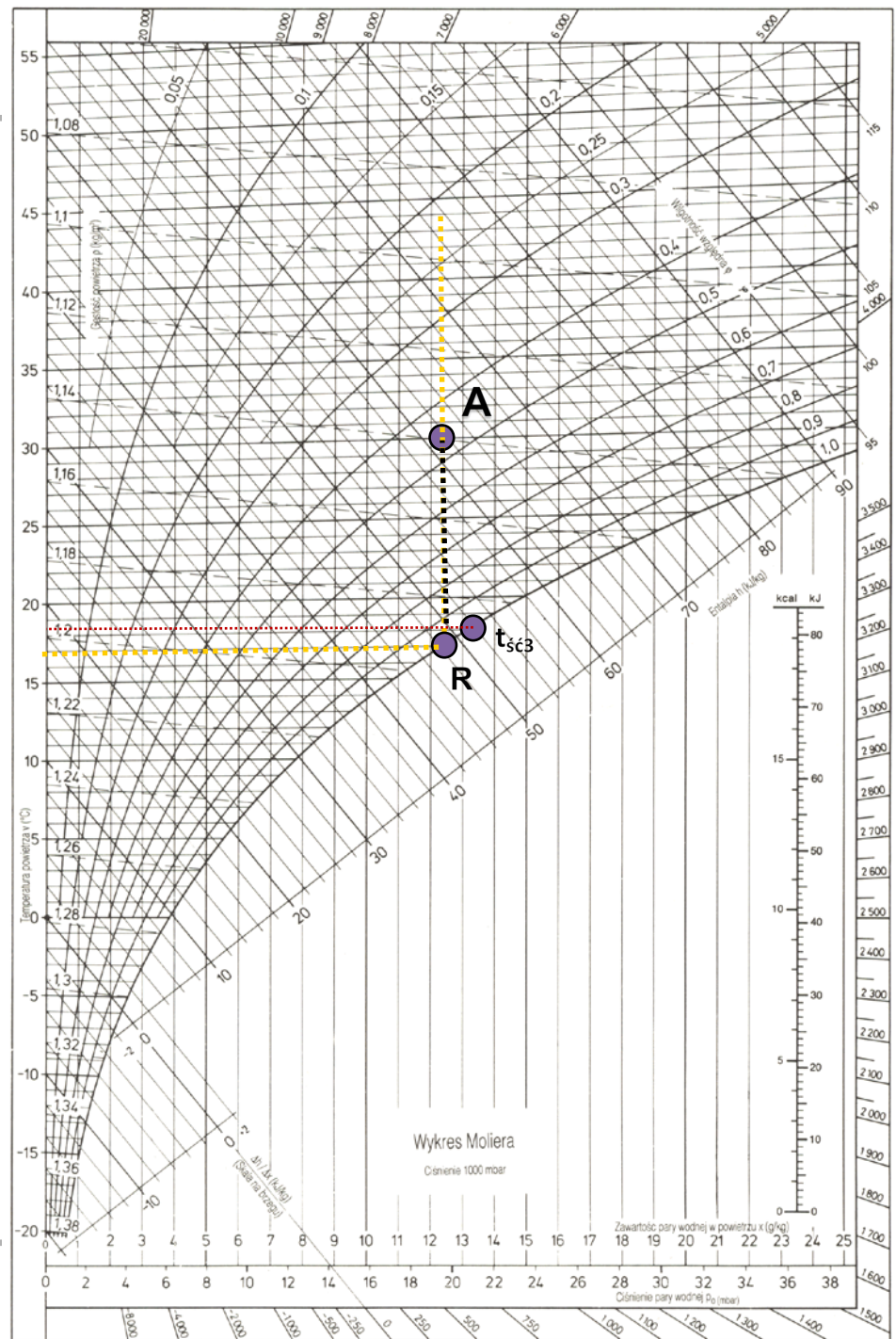
Przykładowo:
Chcemy ochłodzić powietrze
zewnątrzne od 30°C ($\phi = 45\%$)
do 20°C

Parametry czynnika
chłodniczego:

1. 6/11 °C
2. 10/14 °C

**A jeśli parametry czynnika
wynosiłyby 14/18 °C?**

~18
17



CHŁODZENIE POWIETRZA

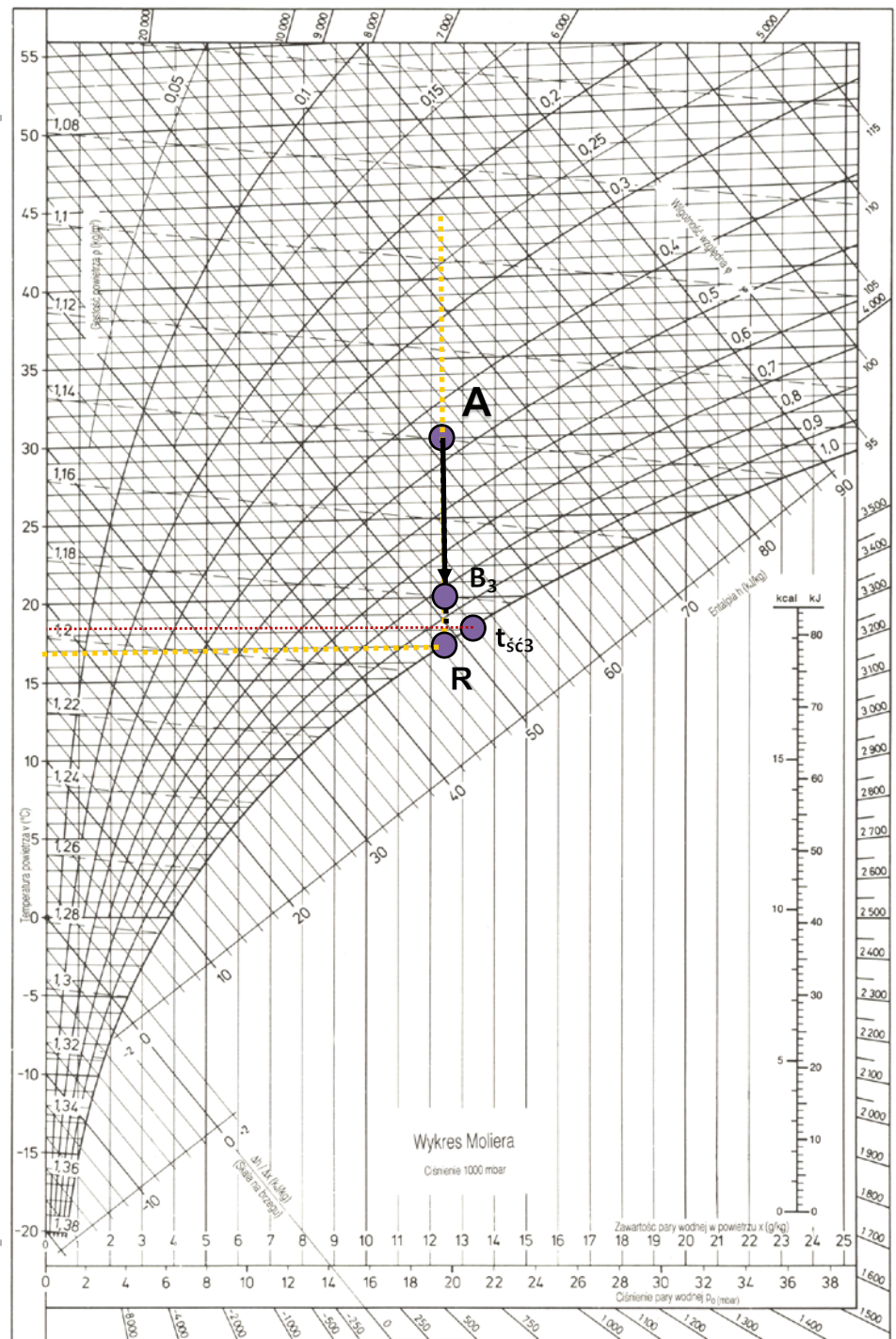
Przykładowo:
Chcemy ochłodzić powietrze
zewnętrzne od 30°C ($\phi = 45\%$)
do 20°C

Parametry czynnika
chłodniczego:

1. 6/11 °C
2. 10/14 °C

**A jeśli parametry czynnika
wynosiłyby 14/18 °C?**

~18
17



CHŁODZENIE POWIETRZA

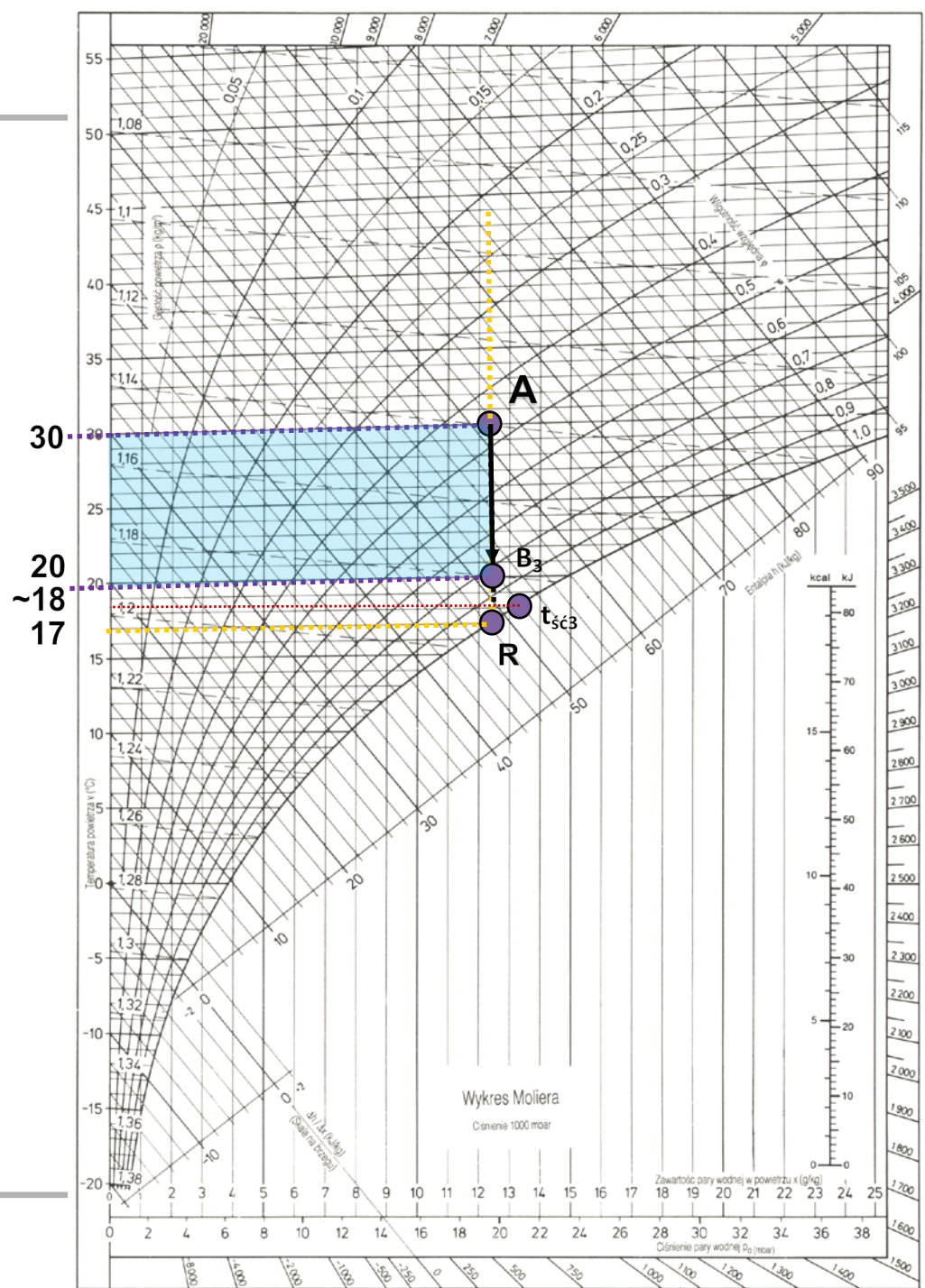
Przykładowo:
 Chcemy ochłodzić powietrze
 zewnętrzne od 30°C ($\phi = 45\%$)
 do 20°C

Parametry czynnika
 chłodniczego:
 1. 6/11 °C
 2. 10/14 °C

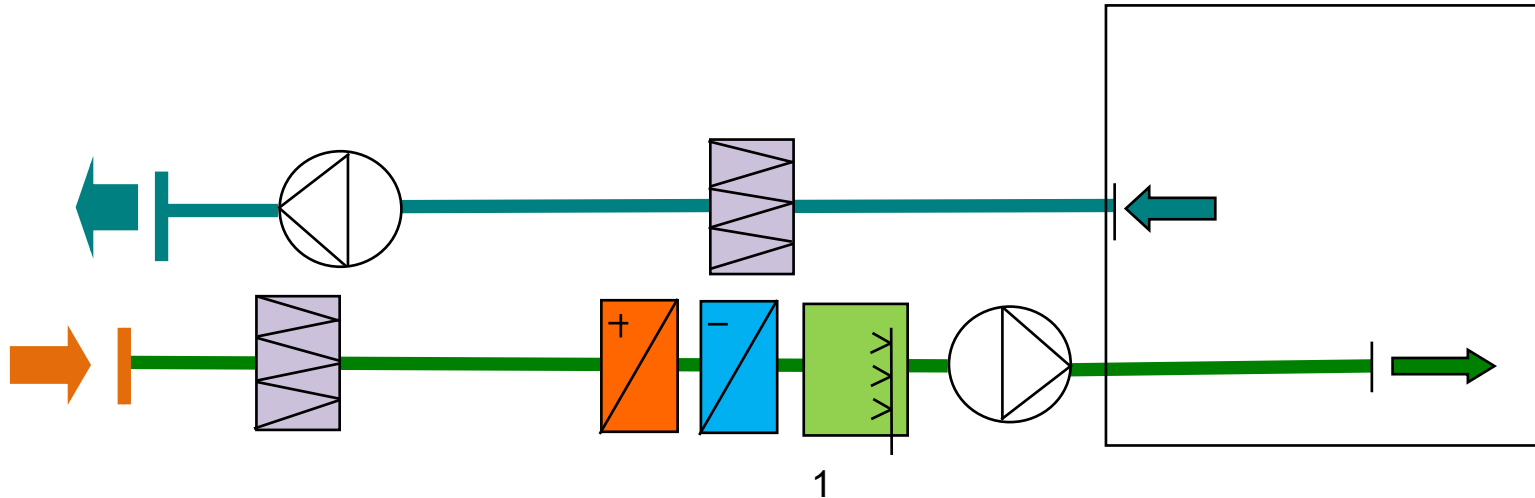
**A jeśli parametry czynnika
 wynosiłyby 14/18 °C?**

$$Q_{ch} = V \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta t$$

$$Q_{ch1} = 1 \cdot 1,2 \cdot 1,005 \cdot (30 - 20) = 12,1kW$$



NAWILŻANIE POWIETRZA

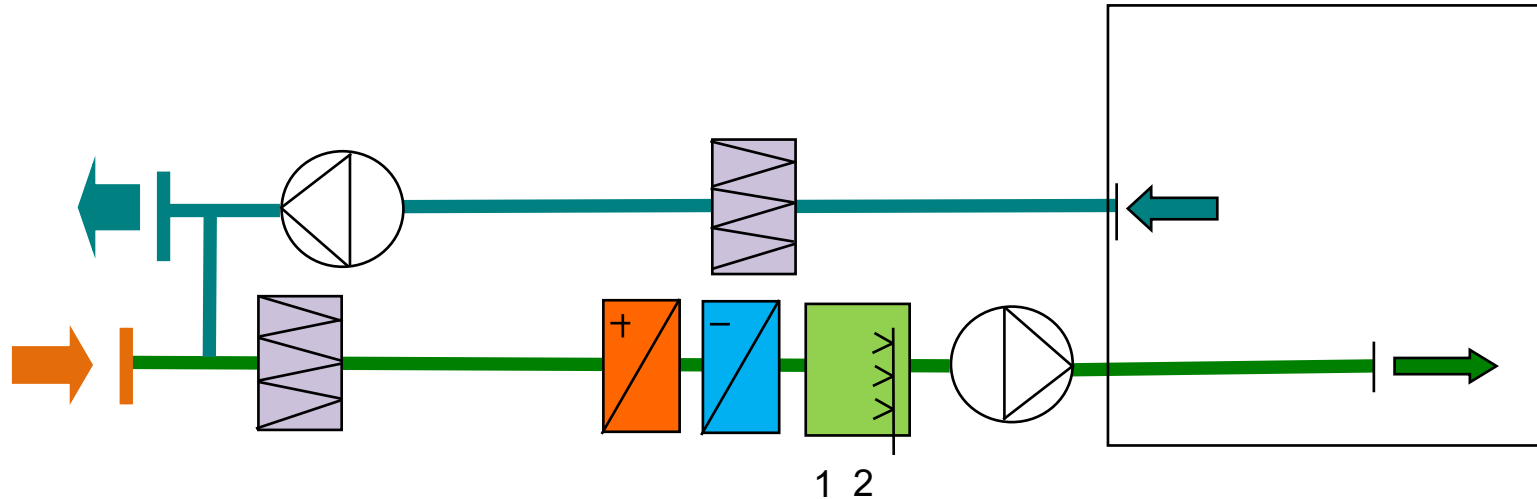


Nawilżanie powietrza odbywa się w urządzeniach nazywanych **nawilżaczami i komorami zraszania**.

W urządzeniach tych chłodzone może być:

1. powietrze zewnętrzne,

NAWILŻANIE POWIETRZA

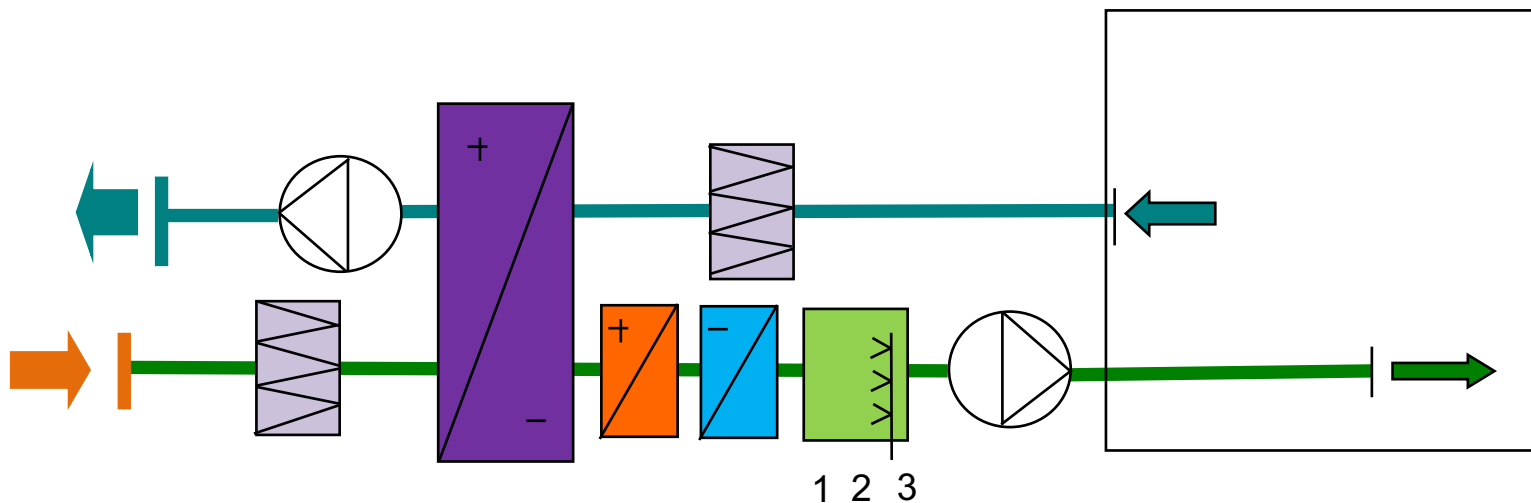


Nawilżanie powietrza odbywa się w urządzeniach nazywanych **nawilżaczami** i **komorami zraszania**.

W urządzeniach tych chłodzone może być:

1. powietrze zewnętrzne,
2. mieszanina powietrza zewnętrznego i powietrza z pomieszczenia (obiegowe),

NAWILŻANIE POWIETRZA

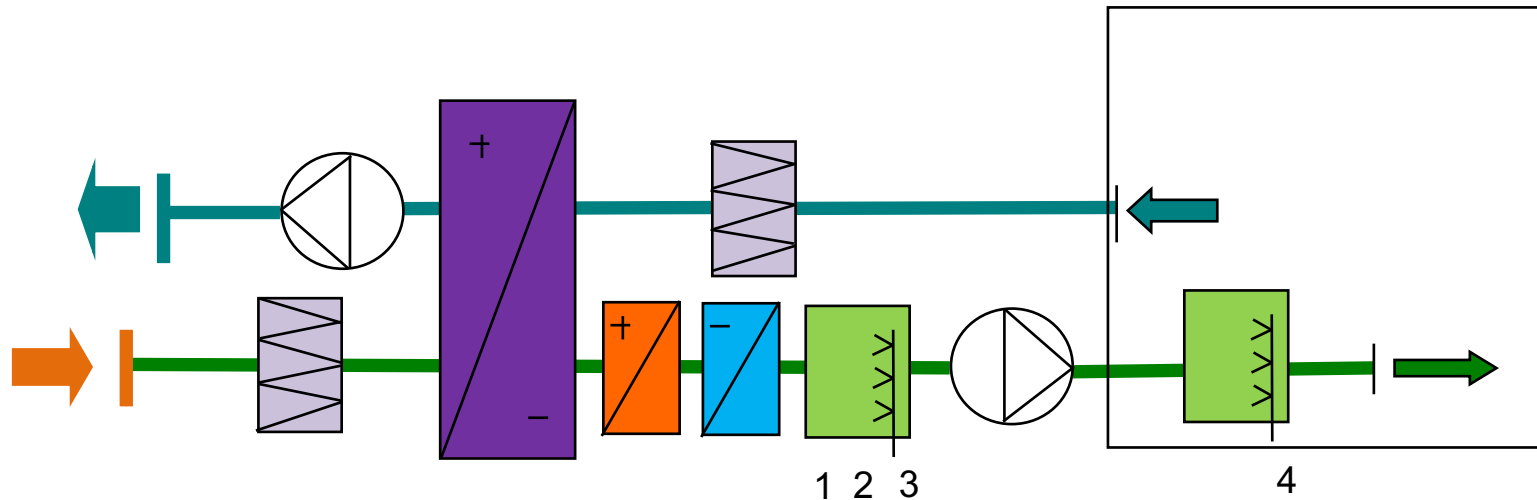


Nawilżanie powietrza odbywa się w urządzeniach nazywanych **nawilżaczami** i **komorami zraszania**.

W urządzeniach tych chłodzone może być:

1. powietrze zewnętrzne,
2. mieszanina powietrza zewnętrznego i powietrza z pomieszczenia (obiegowe),
3. powietrze wstępnie uzdatnione w wymienniku do odzysku ciepła,

NAWILŻANIE POWIETRZA

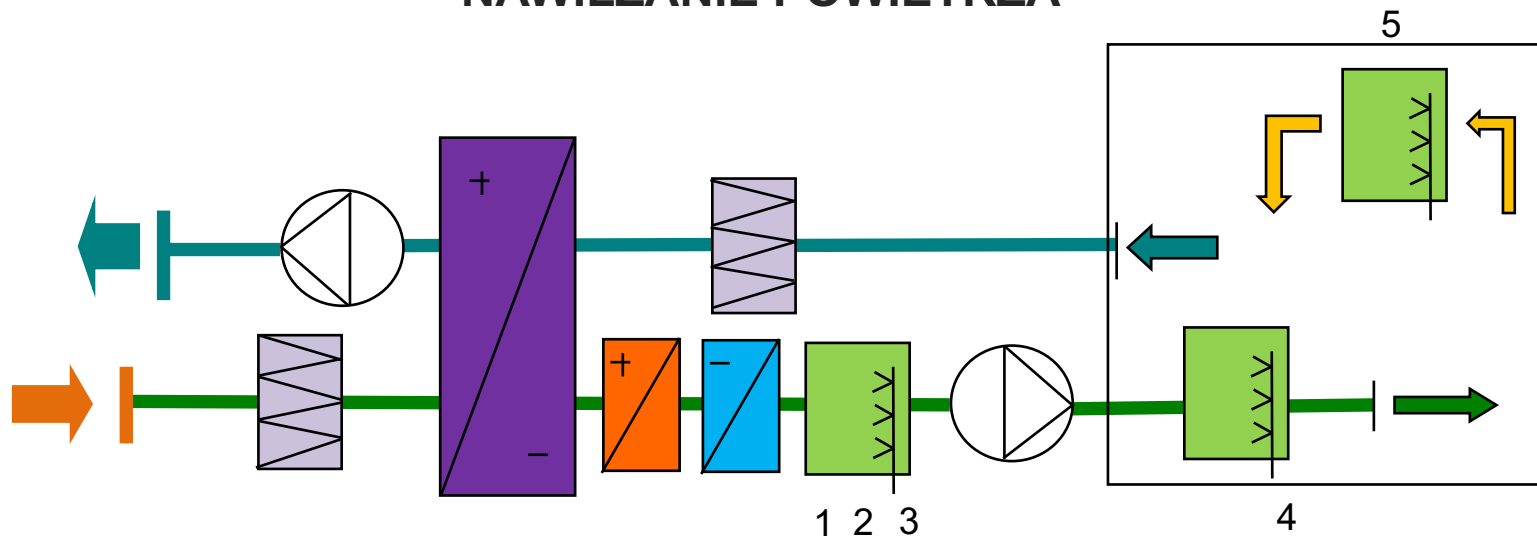


Nawilżanie powietrza odbywa się w urządzeniach nazywanych **nawilżaczami** i **komorami zraszania**.

W urządzeniach tych chłodzone może być:

1. powietrze zewnętrzne,
2. mieszanina powietrza zewnętrznego i powietrza z pomieszczenia (obiegowe),
3. powietrze wstępnie uzdatnione w wymienniku do odzysku ciepła,
4. powietrze wprowadzane do pomieszczenia,

NAWILŻANIE POWIETRZA



Nawilżanie powietrza odbywa się w urządzeniach nazywanych **nawilżaczami** i **komorami zraszania**.

W urządzeniach tych chłodzone może być:

1. powietrze zewnętrzne,
2. mieszanina powietrza zewnętrznego i powietrza z pomieszczenia (obiegowe),
3. powietrze wstępnie uzdatnione w wymienniku do odzysku ciepła,
4. powietrze wprowadzane do pomieszczenia,
5. powietrze bezpośrednio w pomieszczeniu.

NAWILŻANIE POWIETRZA

Nawilżanie powietrza, rozumiane jako zwiększanie **zawartości wilgoci** w powietrzu, odbywa się przez:

- kontakt powietrza z wodą,
- kontakt z mokłą powierzchnią masy kontaktowej,
- wtrysk pary wodnej do masy powietrza.

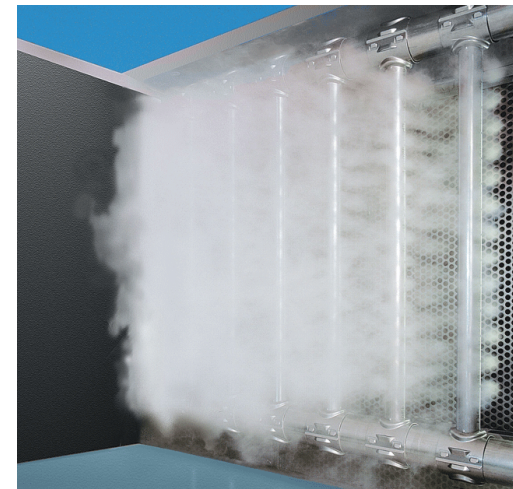
Wytwornica pary



Lance parowe



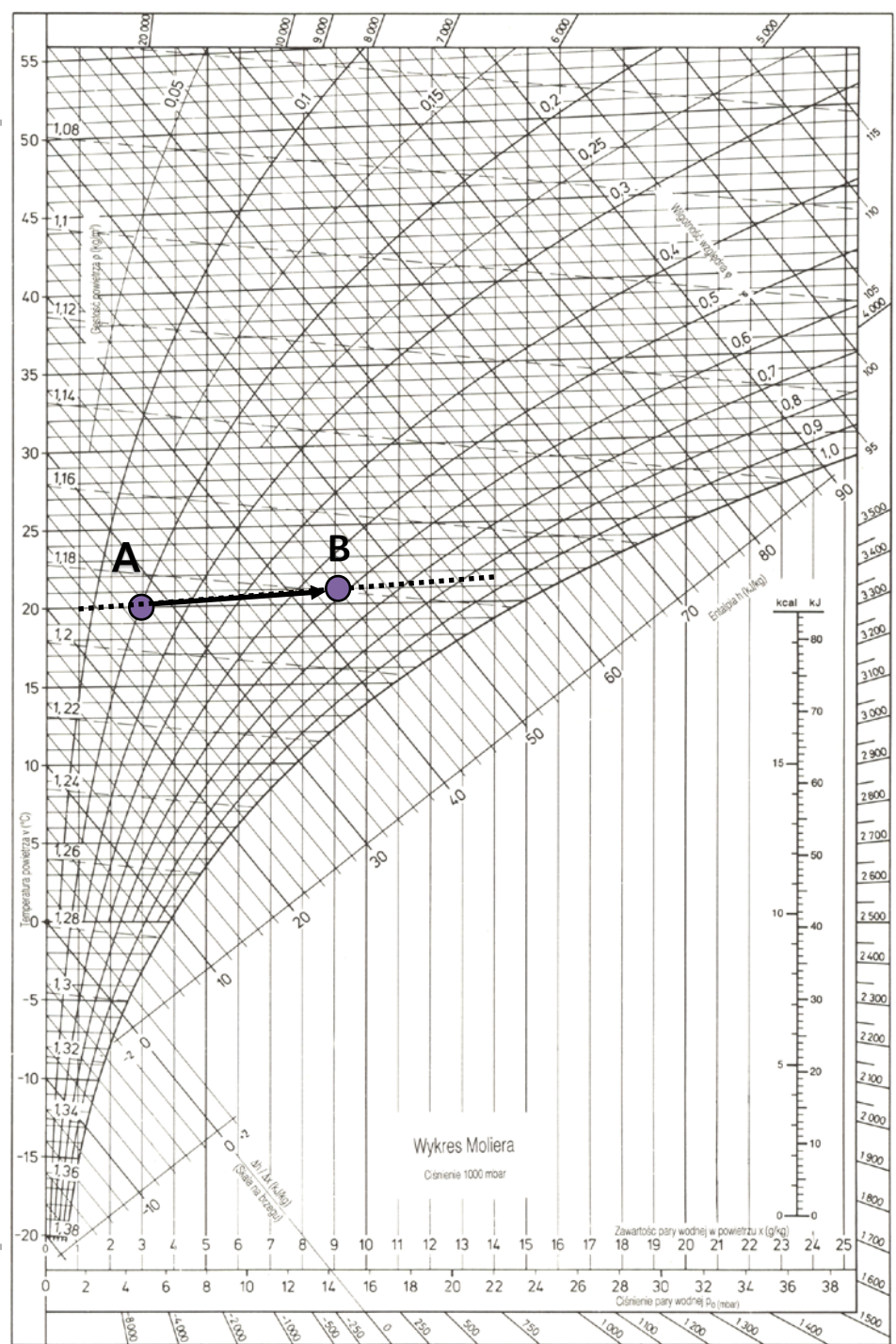
Bardziej rozbudowane systemy dystrybucji pary – kratownice z dyszami



NAWILŻANIE POWIETRZA PARĄ

Przemiana w nawilżaczu parowym jest w przybliżeniu izotermiczna.

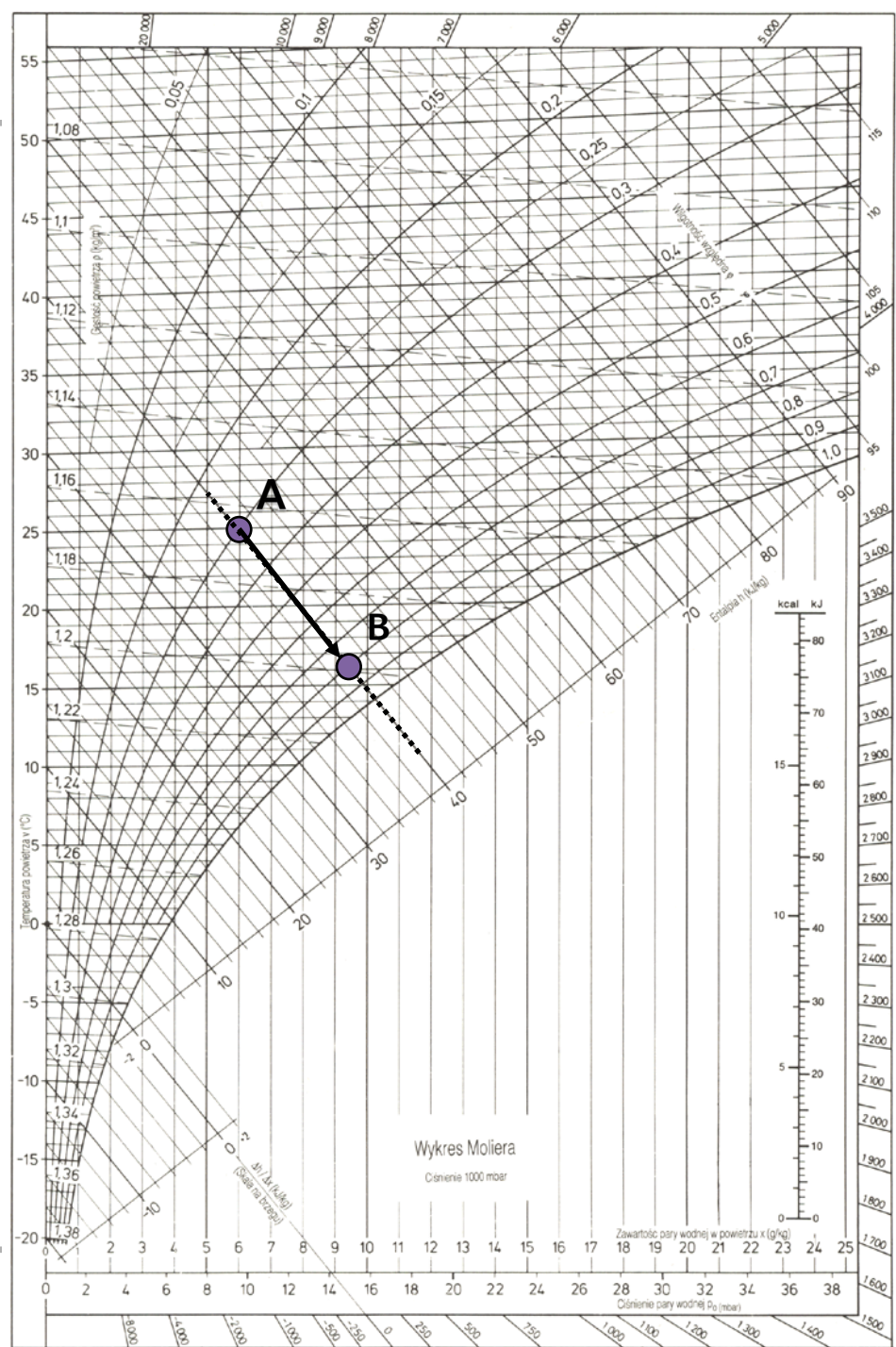
W rzeczywistości nawilżenie o 4g/kg s.p. = wzrost temperatury powietrza o $\sim 1^{\circ}\text{C}$



NAWILŻANIE POWIETRZA WODĄ

Typowa przemiana powietrza w komorze zraszania jest w przybliżeniu przemianą adiabatyczną.

W rzeczywistości taka idealna wymiana ciepła nie zachodzi.



OSUSZANIE POWIETRZA

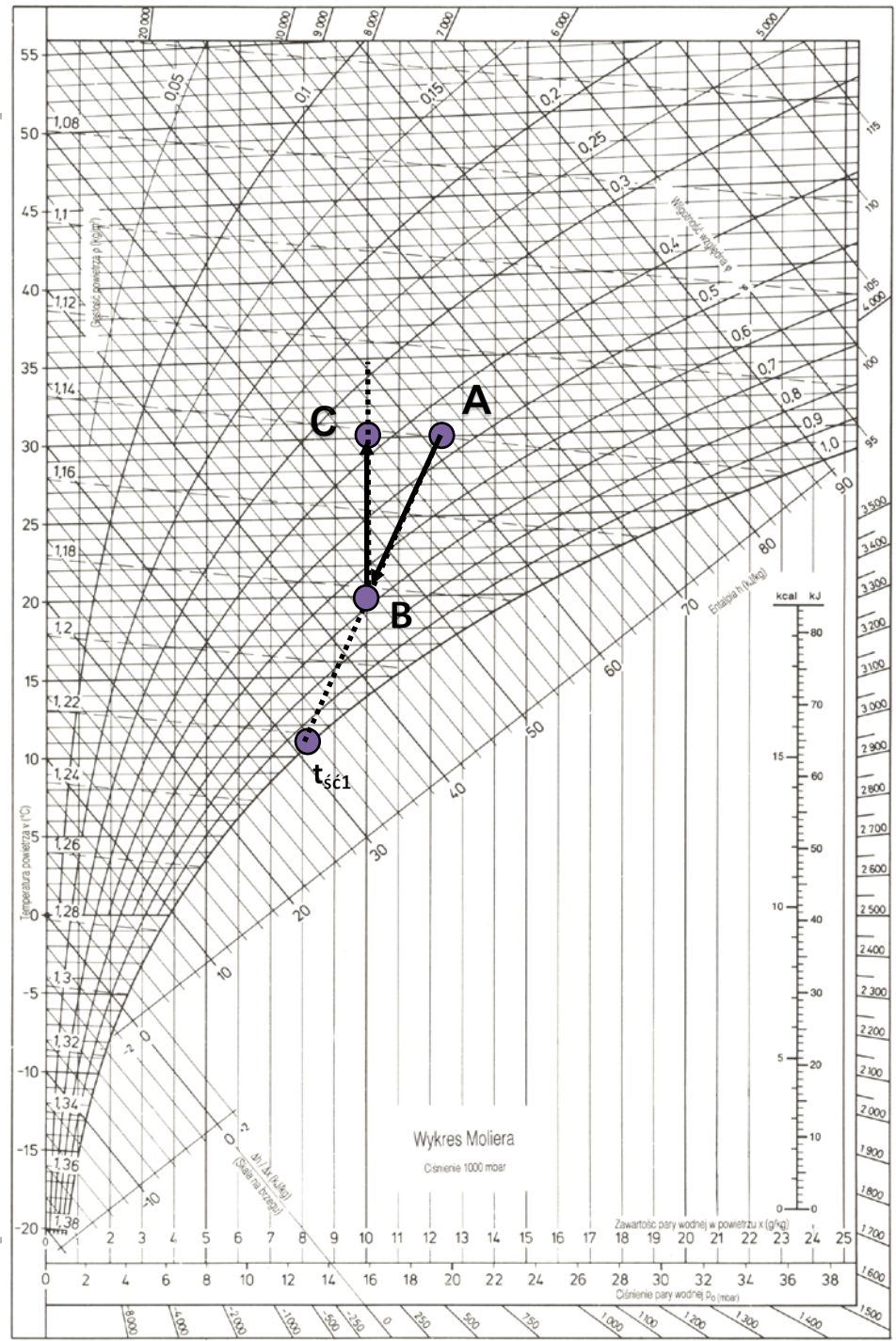
Osuszanie powietrza może zachodzić w wymienniku przeponowym (chłodnica mokra) lub w osuszaczach kondensacyjnych i sorpcyjnych.

W technice klimatyzacyjnej jako sorbenty stosuje się:

- **ŻELE KRZEMIONKOWE** tzw. **SILIKAŻELE** – bezbarwne lub niebieskie (czerwone) ziarna, wielkość kulek 5mm aż do drobnego pyłu, mogą zmieniać kolor pod wpływem pochłanianej wilgoci
- **ZEOLITY** – kulki o średnicy 1-6mm, tabletki, proszek
- **ALUMINIUM AKTYWOWANE**
- **WĘGIEL AKTYWNY**
- **POLIMERY SYNTETYCZNE**
- **SUBSTANCJE WIĄŻĄCE WODĘ CHEMICZNE** tj. siarczan wapniowy, wodorotlenek sodowy, nadchloran magnezu.

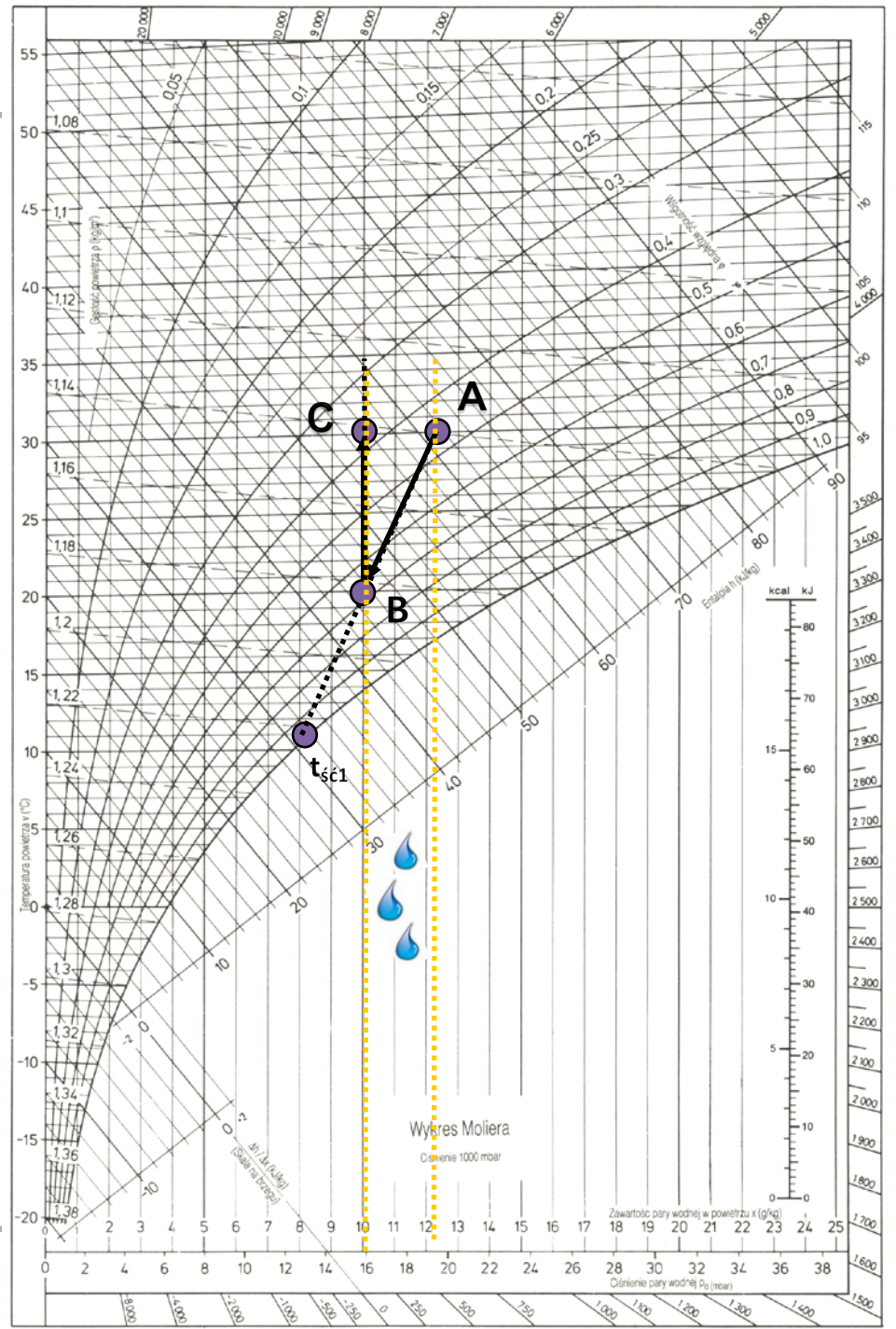
OSUSZANIE POWIETRZA

Kondensacyjne osuszanie powietrza.



OSUSZANIE POWIETRZA

Kondensacyjne osuszanie powietrza.



Dziękuję za uwagę

