



*Instytut Klimatyzacji, Ogrzewnictwa, Gazownictwa i Ochrony Powietrza
Wydział Inżynierii Środowiska
Politechnika Wroclawska*

WENTYLACJA I KLIMATYZACJA

Bilans ciepła okresu zimowego

Bilans minimalny



Wrocław, 2020 r.

Wprowadzenie

Bilans okresu letniego wykorzystywany jest do określenia **strumienia powietrza wentylującego**, ale również do wyznaczenia **mocy chłodnicy**.

$$Q_{zjoc} = Q_{pn} + Q_{pp} + Q_L + Q_T + Q_{ośw}, \quad \text{kW},$$

Aby określić **moc nagrzewnicy** należy wykonać bilans okresu zimowego. W tym celu należy uwzględnić najbardziej niekorzystne warunki: zarówno zewnętrzne (temperatura obliczeniowa okresu zimowego wg lokalizacji), jak i wewnętrzne – dla systemów z wymiennikiem do odzysku ciepła oraz dla systemów otwartych najmniejsze możliwe zyski ciepła.

Bilans okresu zimowego nie jest zależny od godzin, w których pracuje instalacja, a jedynie od obliczeniowej temperatury powietrza zewnętrznego i w pomieszczeniu. Wyznacza się go ze wzoru:

$$Q_{zbj(oz)} = kQ_{jL} + nQ_{jT} + mQ_{ośw} - \sum Q_{str}^{went}$$

gdzie:

Q_{jL} – zyski ciepła jawnego od ludzi, kW,

Q_{jT} – zyski ciepła jawnego od technologii, kW,

$Q_{ośw}$ – zyski ciepła od oświetlenia, kW,

$\sum Q_{str}^{went}$ – straty ciepła, które musi pokryć wentylacja (dla systemów zbilansowanych straty ciepła przez przenikanie), kW.

Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego - okres zimowy

PN-EN-12831: 2006 –
*Instalacje ogrzewcze w budynkach.
Metoda obliczania projektowanego
obciążenia cieplnego*



Zyski ciepła jawnego od ludzi, technologii, oświetlenia elektrycznego

$$Q_{jL} = n \cdot q_j \cdot \varphi$$

Współczynnik jednoczesności przebywania ludzi w pomieszczeniu, np. tylko pracownicy, obsługa, min liczba słuchaczy, absencja chorobowa

$$Q_T = N_T \cdot \varphi$$

Współczynnik jednoczesności pracy urządzeń

$$Q_{o\acute{s}w} = N_{el} \cdot F \cdot \varphi \cdot [\beta + (1 - \alpha - \beta) \cdot k_o]$$

Współczynnik wykorzystanie mocy zainstalowanej

$Q_{o\acute{s}w}$ najprościej określić przyjmując najmniejszą wartość jak dla lata, w chwili załączenia oświetlenia. Wówczas:

$$Q_{o\acute{s}w} = N_{el} \cdot F \cdot \varphi \cdot \beta$$

Straty ciepła przez przenikanie (przez przegrody nieprzezroczyste i okna)

Straty ciepła przez przenikanie zależą od współczynnika przenikania ciepła (U), powierzchni przegrody (A) oraz różnicy pomiędzy temperaturą powietrza w pomieszczeniu i zewnętrznego.

$$Q_{str} = (A_{PN} \cdot U_{PN} + A_O \cdot U_O) \cdot (t_{p(oz)} - t_{z(oz)})$$

Nie mylić z $\sum Q_{str}^{went.}$!!!

Powierzchnia i wsp. przenikania ciepła dla każdej przegrody nieprzezroczystej, drzwi zewnętrznych i każdego okna.

Straty ciepła przez przenikanie (przez przegrody nieprzezroczyste i okna)

Straty ciepła na wentylację $\sum Q_{str}^{went.}$ zależą od systemu centralnego ogrzewania zastosowanego w pomieszczeniu.

Przypadek 1: BRAK centralnego ogrzewania w pomieszczeniu:

$$\sum Q_{str}^{went} = Q_{str}$$

Przypadek 2: Centralne ogrzewanie w całości pokrywa straty ciepła:

$$\sum Q_{str}^{went} = 0$$

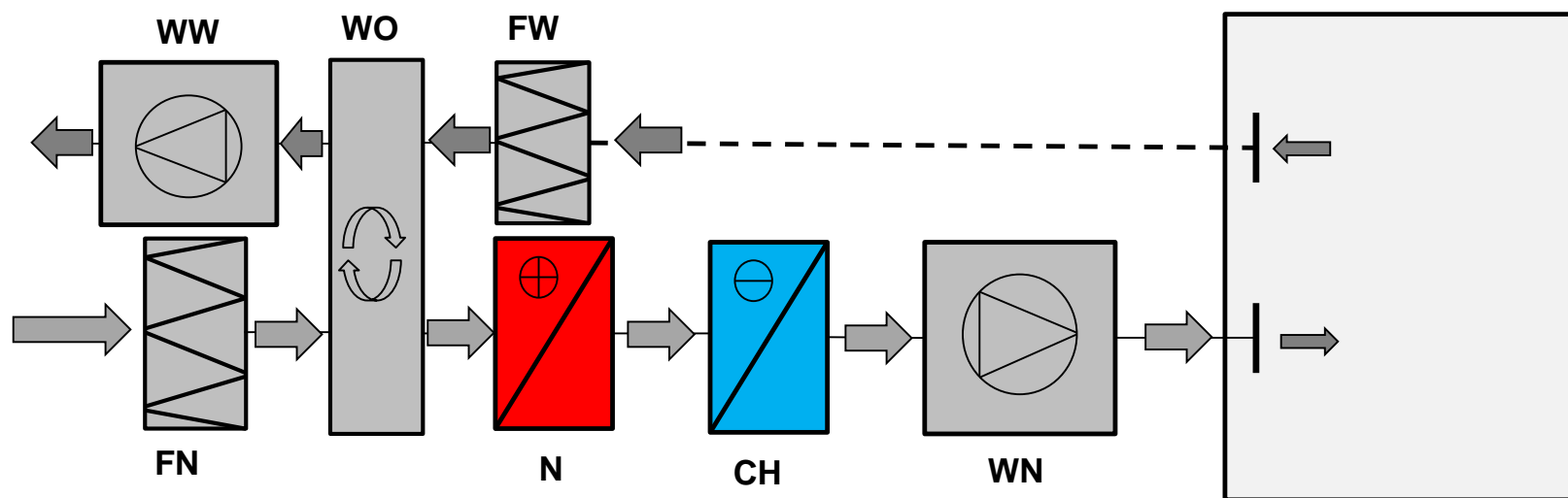
Przypadek 3: Centralne ogrzewanie pokrywa straty ciepła do temperatury dyżurnej (t_d):

$$\sum Q_{str}^{went} = \left(\frac{t_{p(oz)} - t_d}{t_{p(oz)} - t_{z(oz)}} \right) \cdot Q_{str}$$

Temperatura dyżurna

Schemat układu wentylacyjnego

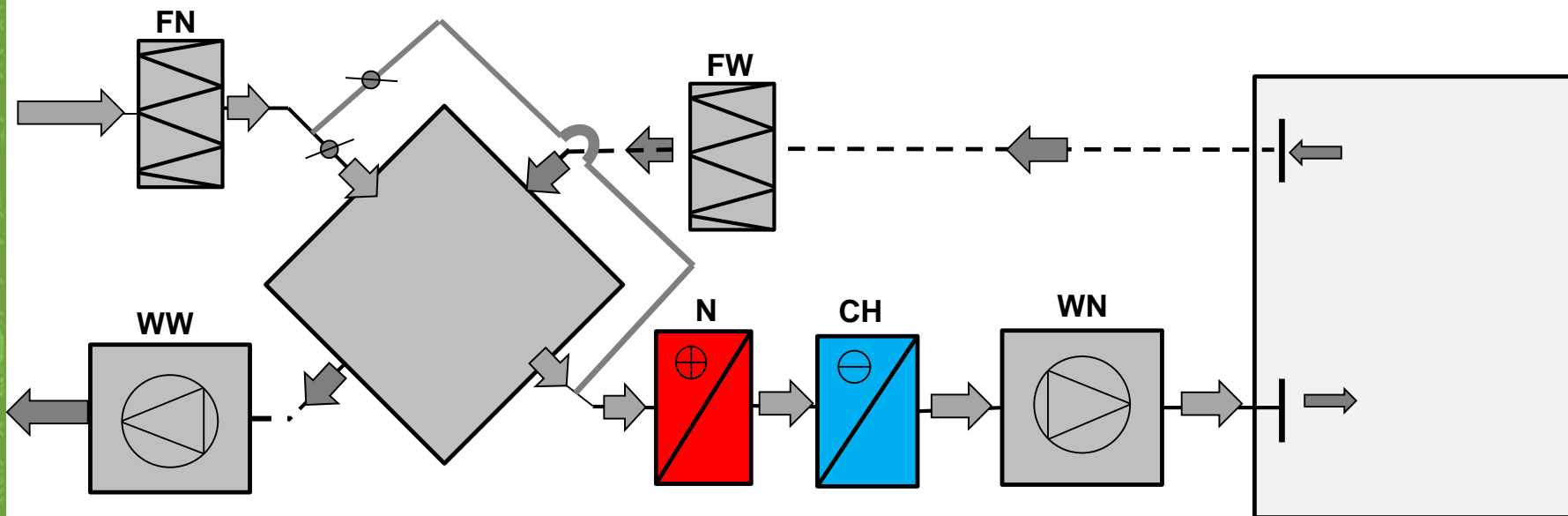
W przypadku rozpatrywanym na tym projekcie układ wentylacyjny jest typowym układem z wymiennikiem do odzysku ciepła. Może to być wymiennik krzyżowy lub **obrotowy**.



Schemat układu wentylacji z chłodzeniem i **wymiennikiem obrotowym** do odzysku ciepła

Schemat układu wentylacyjnego

W przypadku rozpatrywanym na tym projekcie układ wentylacyjny jest typowym układem z wymiennikiem do odzysku ciepła. Może to być wymiennik **krzyżowy** lub obrotowy.



Schemat układu wentylacji z chłodzeniem i **wymiennikiem krzyżowym** do odzysku ciepła

Moc nagrzewnicy

Moc nagrzewnicy zależy od strumienia powietrza wentylującego oraz różnicy temperatury powietrza za i przed nagrzewnicą:

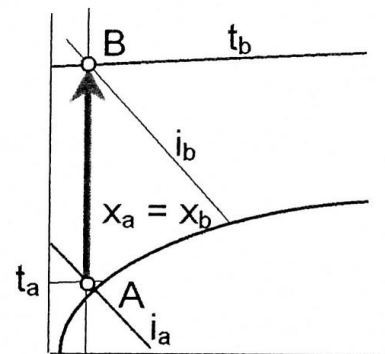
$$Q_N = V \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_2 - t_1)$$

gdzie:

V – strumień powietrza wentylującego, m^3/s ,

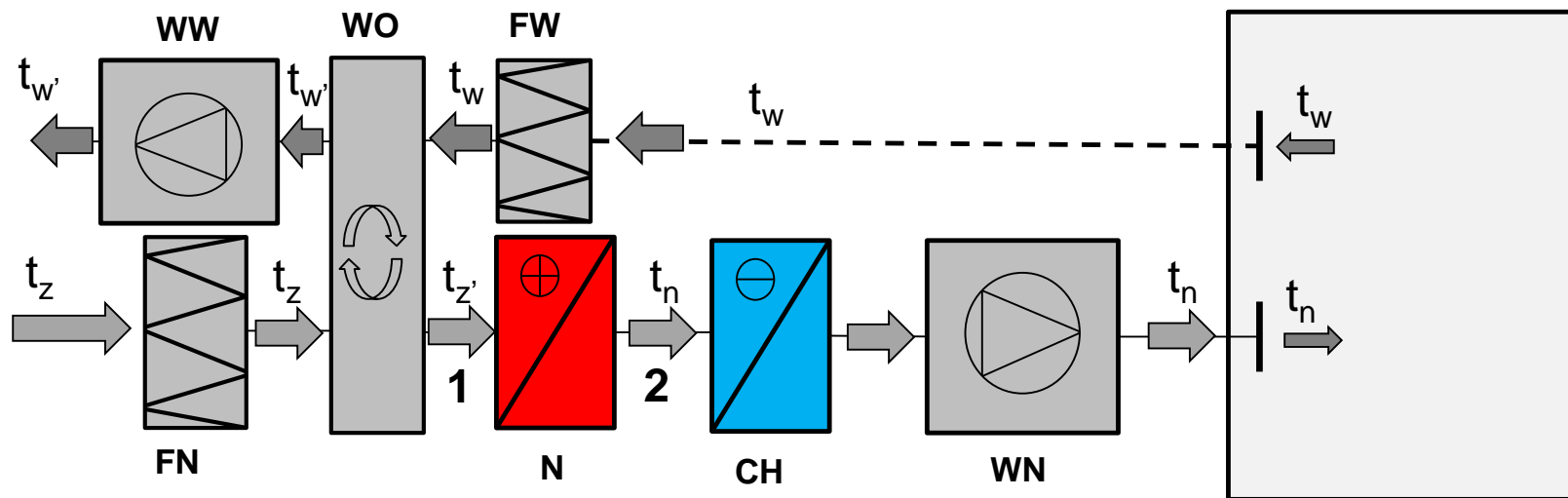
t_1 – temperatura powietrza przed nagrzewnicą, $^{\circ}\text{C}$,

t_2 – temperatura powietrza za nagrzewnicą, $^{\circ}\text{C}$.



Moc nagrzewnicy

Analizując pracę układu widać, że w tym przypadku moc nagrzewnicy oblicza się z uwzględnieniem temperatury powietrza nawiewanego (t_n) i za wymiennikiem do odzysku ciepła ($t_{z'}$);



$$Q_N = V \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_{n(oz)} - t_{z'(oz)})$$

Temperatura powietrza nawiewanego

Temperatura powietrza nawiewanego w okresie zimowym ($t_{n(oz)}$) zależy od bilansu ciepła jawnego w okresie zimowym ($Q_{zbj(oz)}$), od strumienia powietrza wentylującego (V) oraz od temperatury powietrza w pomieszczeniu ($t_{p(oz)}$):

$$t_{n(oz)} = t_{p(oz)} - \frac{Q_{zbj(oz)}}{\rho \cdot c_p \cdot V}$$

Czasami warto uwzględnić warunki rozruchowe po długiej przerwie, np. świątecznej, długim weekendzie, itp. Wówczas temp. nawiewu wynosi:

$$t_{n(oz)} = t_{p(oz)} - \frac{\sum Q_{str}^{went}}{\rho \cdot c_p \cdot V}$$

Temperatura powietrza w pomieszczeniu może być wtedy obniżona o 2-3°C.

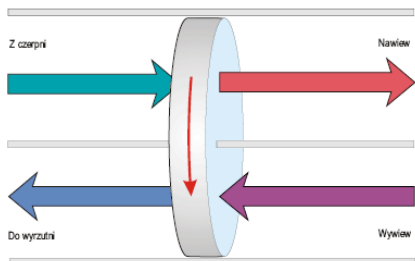
Temperatura powietrza za wymiennikiem

Temperatura powietrza za wymiennikiem do odzysku ciepła ($t_{z'(oz)}$) zależy od sprawności temperaturowej wymiennika (η_t) oraz od temperatury powietrza zewnętrznego ($t_{z(oz)}$) i w pomieszczeniu ($t_{p(oz)}$) ;

$$t_{z'(oz)} = t_{z(oz)} + \eta_t \cdot (t_{p(oz)} - t_{z(oz)})$$



*Sprawność temperaturowa średnioroczna,
np. dla wymiennika obrotowego 0,75,
krzyżowego 0,6*



$$\eta_t = \frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_1}$$



Dziękuję za uwagę