

OBNIŻENIE ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO DO WENTYLACJI W WYNIKU ZASTOSOWANIA OGRZEWAŃ NISKOTEMPERATUROWYCH

DR INŻ. MICHAŁ STRZESZEWSKI ¹⁾

¹⁾ Instytut Ogrzewnictwa i Wentylacji
Politechnika Warszawska
ul. Nowowiejska 20, 00-653 Warszawa
Michal.Strzeszewski@is.pw.edu.pl
http://www.is.pw.edu.pl/~michal_strzeszewski

1. STRESZCZENIE

W referacie syntetycznie scharakteryzowano niskotemperaturowe systemy grzewcze i przedstawiono, wynikające z ich zastosowania, możliwości ograniczenia zapotrzebowania na ciepło do wentylacji. Ograniczenie to wynika z faktu, że przy zwiększonym udziale promieniowania w procesie dostawy ciepła możliwe jest obniżenie temperatury powietrza w pomieszczeniu od 1 do 2 K przy zachowaniu warunków komfortu cieplnego. Zamieszczona analiza pokazuje, że obniżenie temperatury powietrza wewnętrznego o 1 K może spowodować redukcję zapotrzebowania na ciepło do wentylacji w wysokości 2% do 7%, przy przyjętych założeniach.

2. CHARAKTERYSTYKA OGRZEWAŃ NISKOTEMPERATUROWYCH

2.1. Aspekt energetyczny

Dotychczas w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej często zmniejszono strumień powietrza wentylacyjnego (np. stosowano zbyt szczelne okna), aby ograniczyć zużycie ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego i w związku z tym obniżyć koszty eksploatacyjne systemu grzewczego. Tendencja ta wynika z faktu, że po ograniczeniu strat ciepła przez przenikanie, bardzo istotną składową bilansu cieplnego pomieszczenia staje się zapotrzebowanie ciepła do wentylacji. Jednak znaczne ograniczanie strumienia powietrza wentylacyjnego prowadzi zazwyczaj do drastycznego pogorszenia się jakości powietrza wewnętrznego. Na problem ten zwraca uwagę wielu autorów artykułów i referatów [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12].

Alternatywnie ograniczenie zużycia ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego można uzyskać w wyniku obniżenia temperatury powietrza wewnętrznego. Jednak, aby jednocześnie nie obniżyło się odczucie komfortu cieplnego, konieczne jest zwiększenie udziału promieniowania w procesie dostarczania ciepła do ogrzewanego pomieszczenia. Warunek ten spełnia większość stosowanych ostatnio ogrzewań niskotemperaturowych. Są to przede wszystkim ogrzewania podłogowe, ale mogą być to również dość rzadko jeszcze stosowane ogrzewania ścienne oraz część ogrzewań grzejnikowych (np. z grzejnikami jednopłytkowymi). Z uwagi na zwiększony udział promieniowania możliwe jest obniżenie temperatury powietrza wewnętrznego przy zachowaniu warunków komfortu cieplnego. Potencjalne obniżenie tem-

peratury powietrza wynosi najczęściej od 1 do 2 K [2]. W takiej sytuacji grzejnik oddaje mniej ciepła na drodze konwekcji, a więcej na drodze promieniowania. Jednocześnie zmniejsza się zapotrzebowanie na ciepło do wentylacji.

2.2. Aspekt higieniczny

Obniżenie temperatury w pomieszczeniu jest również korzystne ze względów higienicznych, ponieważ przy temperaturze powietrza powyżej 22÷24°C wzrasta znacząco ryzyko podrażnienia błony śluzowej. Podobną korelację znaleziono również pomiędzy podwyższoną temperaturą powietrza wewnętrznego a występowaniem syndromu chorego budynku (ang. *Sick Building Syndrome*) [2].

Wdychanie kurzu może powodować reakcje alergiczne, przy czym decydująca jest nie ilość cząstek, lecz ich rodzaj. Powyżej temperatury 55°C zachodzi proces suchej destylacji kurzu, w wyniku którego cząstki stają się większe i bardziej drażniące. Dlatego ogrzewania niskotemperaturowe powodują mniejsze reakcje alergiczne w porównaniu do systemów tradycyjnych, gdyż cząstek kurzu jest mniej i są mniej agresywne.

Ostatnio dostrzegany jest również problem jonizacji powietrza [1]. W wyniku kontaktu powietrza z metalowymi powierzchniami grzejników tworzy się przewaga jonów dodatnich nad ujemnymi. Przewaga ta jest przyczyną duszności oraz suchości w drogach oddechowych ludzi przebywających w pomieszczeniach z metalowymi grzejnikami wysokotemperaturowymi. Z tego punktu widzenia korzystniejsze są systemy, w których powierzchnie grzejne mają niższą temperaturę i nie są wykonane z metalu (ogrzewanie podłogowe, ścienne).

2.3. Aspekt ekologiczny

Wykorzystanie ciepła o niższej temperaturze do celów ogrzewania budynków umożliwia zastosowanie szeregu alternatywnych źródeł ciepła, takich jak pompa ciepła, kolektor słoneczny czy geotermia, które przy niższych temperaturach charakteryzują się wyższą sprawnością energetyczną i ekonomiczną, co prowadząc do oszczędności energii pierwotnej, może ograniczyć negatywne oddziaływanie na środowisko. Szerzej problematyka ta została omówiona w [13].

2.4. Klasyfikacja ogrzewań niskotemperaturowych

Tradycyjnie w ogrzewaniach grzejnikowych obliczeniowa temperatura zasilania wynosiła najczęściej 90°C. Obecnie zazwyczaj projektanci przyjmują temperaturę zasilania w zakresie 70–75°C. W systemach niskotemperaturowych nie przekracza ona najczęściej 55°C.

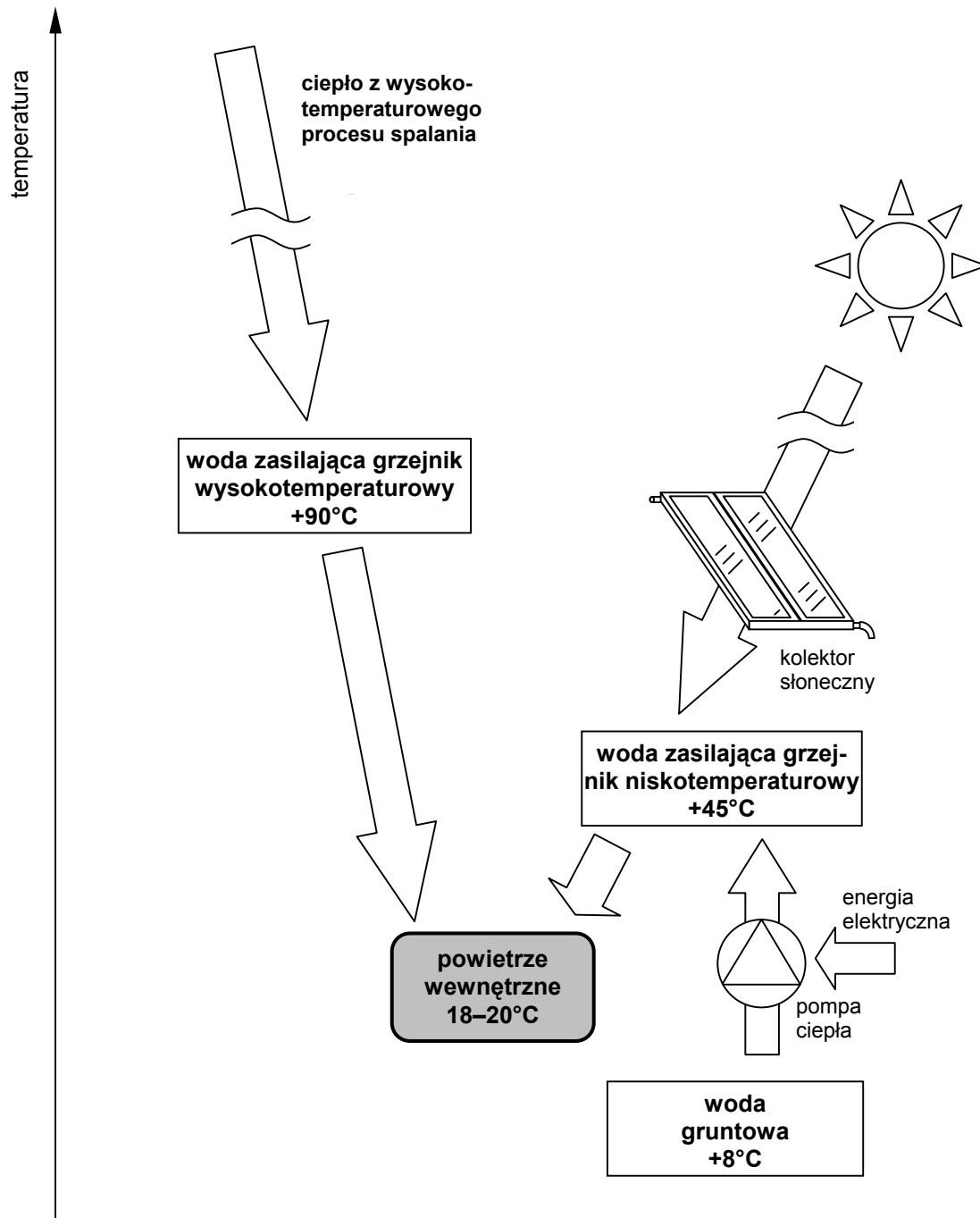
Podział systemów ogrzewania ze względu na temperaturę czynnika grzejnego jest sprawą umowną i zmienia się w czasie. Przykładowo w tabeli 1 przytoczono szczegółową systematykę przyjętą przez Annex 37 Międzynarodowej Agencji Energii (IEA) wg [2].

Tab. 1. Podział systemów ogrzewania w zależności od temperatury czynnika.

Rodzaj systemu		Temperatura zasilania	Temperatura powrotu
Klasyfikacja ogólna	Klasyfikacja szczegółowa ¹⁾		
tradycyjny	wysokotemperaturowy	90°C	70°C
niskotemperaturowy	średniotemperaturowy	55°C	35÷45°C
	niskotemperaturowy	45°C	25÷35°C
	bardzo niskotemperaturowy	35°C	25°C

¹⁾ wg [2].

Porównanie ogrzewania wysokotemperaturowego z ogrzewaniem niskotemperaturowym, zasilanym z alternatywnego źródła ciepła, np. pompy ciepła lub kolektora słonecznego, przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat ideowy porównania ogrzewania wysokotemperaturowego z ogrzewaniem niskotemperaturowym, zasilanym z alternatywnego źródła ciepła (pompy ciepła lub kolektora słonecznego) [13].

3. OSZACOWANIE MOŻLIWEJ REDUKCJI ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO DO WENTYLACJI

W celu zilustrowania możliwych korzyści energetycznych przeprowadzono uproszczone oszacowanie możliwej redukcji zapotrzebowania na ciepło do wentylacji. W analizie wykorzystano metodę określania zapotrzebowania na ciepło podaną w Polskiej Normie PN-B-03406:1994 [10]. Metoda ta nie jest bardzo precyzyjna i ma szereg ograniczeń, jednak jej niezaprzeczną zaletą jest prostota [15]. Przegląd metod określania intensywności wentylacji stosowanych w różnych krajach przedstawiono w [11].

W obliczeniach określano wyłącznie zapotrzebowanie na ciepło do podgrzania powietrza zewnętrznego do wymaganej temperatury wewnętrznej i dlatego nie uwzględniano wewnętrznych zysków ciepła, a jedynie zredukowano krotność wymian powietrza w celu korekty przeszacowanej wartości tych zysków przyjętej w normie. W związku z tym posługiwano się następującym równaniem:

$$q_w = 0,34 \cdot n \cdot (t_i - t_e) \quad (1)$$

gdzie:

- q_w – jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło do wentylacji bez uwzględnienia wewnętrznych zysków ciepła, W/m^3 ,
- n – krotność wymian powietrza, 1/h,
- t_i – obliczeniowa temperatura powietrza w pomieszczeniu, $^{\circ}C$,
- t_e – obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego, $^{\circ}C$.

W niniejszej analizie przyjęto $n = 0,5$ wymiany powietrza na godzinę, ponieważ taki poziom przyjmuje metodyka podana w normie PN-B-03406:1994, przy uwzględnieniu realnych wartości wewnętrznych zysków ciepła [14]. Obliczenia przeprowadzono dla różnych temperatur zewnętrznych. Natomiast temperaturę wewnętrzną przyjęto jako $+20^{\circ}C$. Obniżenie temperatury wewnętrznej założono ostrożnie na poziomie 1 K. Wyniki obliczeń przedstawia tabela 2.

Tab. 2. Oszacowanie możliwej redukcji zapotrzebowania na ciepło do wentylacji.

Wariant	t_e	t_i	n	q_w	$q_w \text{ zred.}$	r
	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	1/h	W/m^3	W/m^3	–
Temp. obl. dla V strefy klim.	-24	+20	0,5	7,48	7,31	-2,3%
Temp. obl. dla IV strefy klim.	-22	+20	0,5	7,14	6,97	-2,4%
Temp. obl. dla III strefy klim.	-20	+20	0,5	6,80	6,63	-2,5%
Temp. obl. dla II strefy klim.	-18	+20	0,5	6,46	6,29	-2,6%
Temp. obl. dla I strefy klim.	-16	+20	0,5	6,12	5,95	-2,8%
Temperatura $-10^{\circ}C$	-10	+20	0,5	5,10	4,93	-3,3%
Temperatura $-5^{\circ}C$	-5	+20	0,5	4,25	4,08	-4,0%
Temperatura $0^{\circ}C$	0	+20	0,5	3,40	3,23	-5,0%
Temperatura $5^{\circ}C$	5	+20	0,5	2,55	2,38	-6,7%

gdzie:

- $q_w \text{ zred.}$ – jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło do wentylacji bez uwzględnienia wewnętrznych zysków ciepła, zredukowane w wyniku obniżenia temperatury powietrza w pomieszczeniu o 1 K, W/m^3 ,
- r – procentowa zmiana zapotrzebowania na ciepło do wentylacji, pozostałe oznaczenia jak we wzorze (1).

4. PODSUMOWANIE

Ogrzewania niskotemperaturowe często charakteryzują się zwiększonym udziałem promieniowania w procesie przekazywania ciepła do przestrzeni pomieszczenia. Fakt ten umożliwia obniżenie temperatury powietrza wewnętrznego przy utrzymaniu warunków komfortu cieplnego. Redukowane jest wówczas zapotrzebowanie na ciepło do wentylacji przy zachowaniu strumienia powietrza wentylacyjnego. Możliwe obniżenie temperatury powietrza wynosi najczęściej 1 do 2 K.

Jak pokazują wyniki obliczeń, obniżenie temperatury powietrza wewnętrznego o 1 K może spowodować redukcję zapotrzebowania na ciepło do wentylacji w wysokości 2% do 7%. Uwzględniając fakt, że zapotrzebowanie to ma coraz większy udział w bilansie cieplnym pomieszczenia, w wyniku obniżenia temperatury wewnętrznej można uzyskać zauważalne korzyści ekonomiczne.

Bibliografia:

1. Besler G. J., Jadwiszczak P., Nowe tendencje w ogrzewaniu, w: Materiały konferencyjne XII Zjazdu Ogrzewników Polskich „Oszczędność energii a zysk”, Warszawa 17 października 2002.
2. Eijdens H. H. E. W. et al., Low Temperature Heating Systems, Impact on IAQ, Thermal Comfort and Energy Consumption, LowEx Newsletter no 1, Annex 37, Finland, 2000.
(<http://www.vtt.fi/rte/projects/annex37>)
3. Filipowicz M., Markiewicz J., Surówka M., Termomodernizacja budynków szkolnych i przedszkoli a wentylacja i zapewnienie komfortu cieplnego, w: „Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce 2001” pod redakcją Teresy Jędrzejewskiej-Ścibak i Jerzego Sowy, Wydawnictwa Instytutu Ogrzewnictwa i Wentylacji Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002.
4. Gładyszewska K., Wentylacja grawitacyjna w budynkach mieszkalnych, w: „Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce 2001” pod redakcją Teresy Jędrzejewskiej-Ścibak i Jerzego Sowy, Wydawnictwa Instytutu Ogrzewnictwa i Wentylacji Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002.
5. Janińska B., Termomodernizacja a zagrożenie mikologiczne budynków mieszkalnych, w: „Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce’99” pod redakcją Teresy Jędrzejewskiej-Ścibak i Jerzego Sowy, Wydawnictwa Instytutu Ogrzewnictwa i Wentylacji Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.
6. Jędrzejewska-Ścibak T., Wentylacja a jakość powietrza wewnętrznego – doświadczenia i perspektywy, w: Materiały zjazdowe XI Zjazdu Ogrzewników Polskich „Problemy ciepłownictwa, ogrzewnictwa, wentylacji i klimatyzacji”, PZiTS, Warszawa, 18-19 kwietnia 1996.
7. Kasperkiewicz K., Doprowadzenie powietrza wentylacyjnego do pomieszczeń w budynkach mieszkalnych, w: „Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce’99” pod redakcją Teresy Jędrzejewskiej-Ścibak i Jerzego Sowy, Wydawnictwa Instytutu Ogrzewnictwa i Wentylacji Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.
8. Nantka M. B., Wybrane problemy wentylacji budynków mieszkalnych z uwagi na jakość powietrza wewnętrznego, w: „Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce’99” pod redakcją Teresy Jędrzejewskiej-Ścibak i Jerzego Sowy, Wydawnictwa Instytutu Ogrzewnictwa i Wentylacji Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.
9. Norwisz J., Mikołajewski J., Rajca J., Oszczędność energii a SBS. Przykład budynku mieszkalnego w Krakowie, Rynek Instalacyjny nr 3/2003.

10. Polska Norma PN-B-03406:1994. Ogrzewnictwo. Obliczanie zapotrzebowania na ciepło pomieszczeń o kubaturze do 600 m³.
11. Pykacz S., Przegląd metod określania intensywności wentylacji w budynkach mieszkalnych, w: „Problemy jakości powietrza wewnątrz w Polsce’99” pod redakcją Teresy Jędrzejewskiej-Ścibak i Jerzego Sowy, Wydawnictwa Instytutu Ogrzewnictwa i Wentylacji Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.
12. Sowa J., Audyt energetyczny budynku a system wentylacji, w: „Problemy jakości powietrza wewnątrz w Polsce’99” pod redakcją Teresy Jędrzejewskiej-Ścibak i Jerzego Sowy, Wydawnictwa Instytutu Ogrzewnictwa i Wentylacji Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.
13. Strzeszewski M., Charakterystyka ogrzewań niskotemperaturowych, COW nr 12/2002.
14. Wasilewski W., Wpływ ilości powietrza wentylacyjnego na współczynnik obciążenia cieplnego, w: Materiały konferencyjne XIII Konferencji Ciepłowników Solina 2001, Wydawnictwo PZITS nr 793/2001.
15. Wereszczyński P., Niejednoznaczne ciepło. Jak obliczać zapotrzebowanie na moc cieplną potrzebną do ogrzania powietrza wentylacyjnego w budynkach mieszkalnych, Polski Instalator nr 2/2003.

Abstract:

The paper characterizes the low-temperature heating systems and the possibility of reduction of heat requirement for ventilation as a consequence of their application. This reduction results from the fact that if the share of radiation in the process of heat supply is growing, it is possible to lower the internal air temperature between 1 and 2 K and to keep the thermal comfort at the same time. The presented analysis shows that lowering of the internal temperature by 1 K may result in the reduction of heat requirement for ventilation between 2% and 7%, under the assumptions taken in the paper.