

Gerard Jan Besler

POTRZEBY I MOŻLIWOŚCI OSZCZĘDNOŚCI ENERGETYCZNYCH W OGRZEWANIU I WENTYLACJI BUDYNKÓW

Stan gospodarki energetycznej w kraju i na świecie

Zużycie energii na cele ogrzewcze i przemysłowe jest w naszym kraju wyjątkowo wysokie. Wskaźnik energochłonności jest dwukrotnie wyższy niż we Francji czy w RFN. Przy wydobyciu rocznym około 190 mln ton węgla kamiennego, jesteśmy w stanie wyeksportować zaledwie 45 mln ton, a więc zużywamy 145 mln ton węgla kamiennego na własne potrzeby, nie licząc węgla brunatnego.

Przyczyn rozrutnego gospodarowania energią w naszym kraju należy upatrywać głównie w braku ekonomicznych motywacji do oszczędzania. Należy zatem stworzyć odpowiednie stimulatory do jej oszczędzania, gdyż koszty energii w zakładzie przemysłowym są bliskie kosztom operacji finansowych. Na przykład indywidualni odbiorcy płacą za ogrzewanie i ciepłą wodę z miejskiej sieci ciepłej zaledwie jedną czwartą część faktycznych kosztów.

Brak zachęty do oszczędzania ciepła dostarczonego ze źródeł scentralizowanych w budownictwie wielorodzinnym wynika głównie z faktu pobierania opłaty zryczałtowanej, niezależnie od ilości zużywanej energii na cele centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej. A tymczasem stwierdzono, że zużycie ciepłej wody zmniejsza się aż o 40—60%, jeżeli wprowadzona zostanie opłata indywidualna, np. według wskazań liczników.

Badania wykazały, iż produkowane u nas nieuszczelne okna powodują dwukrotny wzrost strat ciepła przy silnym wietrze. Chronicznie już od wielu lat jest brak materiałów izolacyjnych. Nie pozwala to m. in. na ocieplenie źle wykonanych ścian zewnętrznych, zwłaszcza tych z wielkiej płyty.

W produkcji materiałów izolacyjnych, na mieszkańca w krajach strefy klimatu umiarkowanego i chłodnego zajmujemy jedno z ostatnich miejsc.

Zamożni wyznają maksymę: bogatych nie stać na rozrzutność. I tak dla przykładu Szwecja, posiadająca stopę życiową jedną z najwyższych w świecie, produkuje materiałów izolacyjnych na jednego mieszkańca aż 14-krotnie więcej niż Polska. Tam stosuje się przegrody warstwowe z 20 cm dobrej izolacji. My dążymy do umieszczenia w zewnętrznych przegrodach budowla-

nych izolacji cieplnej o grubości zaledwie 8 cm wełny mineralnej, a prawdopodobnie i tego nie uda nam się zrealizować z braku tej wełny. Rachunek ekonomiczny wykazuje niezbicie, iż celowe i opłacalne jest zwiększenie nakładów inwestycyjnych na bardziej skuteczną termoizolację budynków wielorodzinnych. Już po kilku latach następuje zwrot tych nakładów w wyniku oszczędności na kosztach energii cieplnej w trakcie eksploatacji budynków [1]. Natomiast w budownictwie mieszkaniowym indywidualnym mówi się o zwrocie nakładów już po 2 latach. Oczywiście, że ocieplenie budynków już istniejących jest znacznie droższe, ale zwraca się także po kilku latach.

Z badań COBR Przemysłu Izolacji Budowlanych w Katowicach sprzed 1980 r. wynika, iż zastosowanie w budownictwie jednej tony wyrobów izolacyjnych z włókna mineralnego pozwala na zaoszczędzenie w okresie tylko jednego sezonu ogrzewczego 2500 kg paliwa umownego, zaś przy zastosowaniu izolacji z odpowiedniego włókna szklanego — nawet 8400 kg paliwa umownego [2]. Pełny obraz tych oszczędności uzyskamy mnożąc oszczędności przez okres eksploatacji budynku, np. 100 czy 200 lat.

Nasz pułap wydobycia węgla wynosi około 190 milionów ton węgla kamiennego rocznie, przy niezbędnych i kosztownych inwestycjach. Budowa nowej kopalni pochłania dziesiątki miliardów złotych. Według dzisiejszych cen budowa kopalni o wydajności docelowej 24 tys. ton węgla na dobę kosztuje około 40 miliardów złotych. Dochodzenie nowej kopalni do pełnej wydajności trwa do 10 lat. Bardzo długi jest zatem okres zwrotu poniesionych nakładów. Bardziej opłacalne jest łożenie nakładów na zmianę struktury gospodarki i na oszczędność. Bieżące kalkulacje wykazują, iż każda oszczędność węgla czy energii kształtuje się trzykrotnie niżej od kosztów niezbędnego wzrostu wydobycia węgla (chodzi o koszty inwestycyjne). Zasadniczą intencją winien być zatem wzrost produkcji bez wzrostu zużycia energii i wzrost liczby mieszkań przy tzw. zerowym wzroście zapotrzebowania ciepła w sektorze bytowo-komunalnym.

Ponieważ bardzo duże oszczędności uzyskać można w ogrzewnictwie, przeto w wielu krajach postawiono w tym względzie ostre wymagania. Np. w NRD postanowiono zmniejszyć zużycie energii do ogrzewania nowych budynków o 40%, a we Francji aż o 50%. Nasza nowa

norma ma spowodować zmniejszenie strat ciepła w nowo wznoszonych budynkach tylko o 25—30%.

W Danii zmniejszono zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie budynków o 24% w stosunku do roku 1974. W Stanach Zjednoczonych A.P. zmniejszono to zapotrzebowanie o 16%, ale w tym czasie w świecie wzrosło ono średnio o 12% [3]. Nowe normy amerykańskie, które będą obowiązywać od 1990 r. ograniczają zapotrzebowanie budynków na ciepło o dalsze 25%

Kierunki działania

O jakości cieplnej budynku decydują głównie:

- rozwiązania architektoniczno-budowlane
- oświetlenie (w sensie przeszklenia budowli)
- zastosowany system ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji (HVAC).

Można wymienić następujące kierunki działania prowadzące do ograniczenia zużycia energii w naszym budownictwie:

— Zmniejszenie zużycia energii w samym procesie budowlanym, poprzez odstąpienie od energochłonnych metod wznoszenia budynków (fabryki domów) oraz przez zastosowanie materiałów niskoenergochłonnych. Takim materiałem jest np. cegła silikatowa.

— Wybór racjonalnych rozwiązań architektonicznych o dobrej izolacyjności cieplnej (w tym dobre, szczelne, najlepiej potrójnie szklone okna, o niezbednej tylko powierzchni przeszklenia), z pełnym wykorzystaniem efektów jakie daje tzw. architektura słoneczna.

— Zwiększenie sprawności źródeł ciepła, jego przesyłu i racjonalnego wykorzystania, poprzez zastosowanie kompleksowej automatyzacji, co daje oszczędności od 10 do 15%.

— Zastosowanie rozwiązań systemów ogrzewczo-wentylacyjnych (systemów HVAC), najbardziej energooszczędnych dla danego obiektu.

— Bardziej powszechne wykorzystanie naturalnych źródeł energii (słońca, ziemi, wody) w budownictwie, zwłaszcza rozproszonym.

— Stosowanie właściwej oceny efektywności inwestycyjnej, ujmującej łączne koszty na inwestycję i eksploatację budynku w całym okresie jego istnienia, z uwzględnieniem kosztów remontów, ogrzewania i ochrony środowiska. Te ostatnie stanowią często 15—20% ogółu kosztów, a w obiektach przemysłowych bywają jeszcze wyższe.

— Indywidualne rozliczenie poszczególnych odbiorców z poboru ciepła na cele centralnego ogrzewania i ciepłej wody w oparciu o liczniki zużycia ciepła.

Przykład energooszczędnego systemu ogrzewania i wentylacji

Przy zachowaniu wszystkich powyższych wymogów uzyskujemy możliwość zastosowania bardzo korzystnego, ze względów higienicznych i zarazem energooszczędnego, systemu ogrze-

wania i wentylacji, zwłaszcza w budownictwie mieszkaniowym i biurowym.

Wychodząc od zagadnienia temperatury odczuwalnej t_{od} , określonej jako średnia arytmetyczna z temperatury powietrza pomieszczenia t_p i średniej temperatury płaszczyzn otaczających t_o (temperatury promieniowania), można wykazać [4] i [5], że w wyniku podwyższenia temperatury wewnętrznych płaszczyzn przegród otaczających pomieszczenie, zapotrzebowanie ciepła do ogrzania tego pomieszczenia jest mniejsze, przy podobnym odczuciu ciepłym w tym pomieszczeniu.

Najkorzystniejsze wrażenie dobrego klimatu pomieszczenia uzyskuje się w przypadku ogrzewań przez promieniowanie płaszczyzn (ogrzewań sufitowo-podłogowych) przy temperaturze powietrza pomieszczenia $t_p = +18^\circ\text{C}$, natomiast przy ogrzewaniu grzejnikowym (radiatorowym) najlepsze samopoczucie osiąga się przy temperaturze pomieszczenia $t_p = +20^\circ\text{C}$ lub wyższej, jeżeli udział płaszczyzn zewnętrznych, a zwłaszcza okien, jest znaczny. Różnica tych temperatur ma pełne uzasadnienie fizjologiczne, albowiem w obu przypadkach temperatura odczuwalna jest taka sama, jak wykazuje to poniższa tabela:

Rodzaj ogrzewania	t_p	t_o	$t_o - t_p$	t_{od}
grzejnikowe	20	18	-2	19
grzejnikowe	21	17	-4	19
przez promieniowanie	18	20	+2	19
przez promieniowanie	17	21	+4	19

Rozważania te zostały w pełni potwierdzone w badaniach doświadczalnych, przeprowadzonych w dobrze izolowanych budynkach mieszkalnych.

Temperaturze promieniowania przypisuje się współcześnie znacznie większy udział aniżeli dawniej, gdyż zmiana średniej temperatury promieniowania (płaszczyzn otaczających) wywiera większy efekt, niż liczbowo taka sama zmiana temperatury powietrza. Wynika to ze sposobu i proporcji wydzielania ciepła z ciała człowieka. Dla przykładu można podać, że w budynku mieszkalnym wzniesionym w 1977 r. w stanie Wyoming (USA) pod kątem bezpośredniego pozyskiwania energii słońca, w którym masę termiczną stanowiły grube, betonowe ściany wewnętrzne, mieszkańcy odczuwali komfort cieplny jako bardzo wysoki, gdy przy zewnętrznej temperaturze -17°C temperatura powietrza pomieszczenia spadła do $+16^\circ\text{C}$, a jako zupełnie znośny, gdy temperatura ta obniżyła się do $+13^\circ\text{C}$. Temperatura promieniowania ścian, podłogi i sufitu była jednakże w tym przypadku wieczorem wyższa o 1,5—5,5 $^\circ\text{C}$ od temperatury powietrza pomieszczenia.

Rozważania te oraz doświadczenia [6] i [7] przemawiają za stosowaniem ogrzewań przez płaszczyzny otaczające pomieszczenie. Ogrzewania sufitowo-podłogowe, poza wieloma walorami higienicznymi, dają oszczędności energe-

tyczne w granicach 15—25% [6, 8—10] w porównaniu do ogrzewań radiatorowych.

Wyeliminowanie z pomieszczeń ciężkich grzejników żeliwnych (co jest możliwe przy zastosowaniu systemu pośredniego ogrzewania powietrznego [11]) pozwoli na uzyskanie dodatkowych korzyści, w postaci oszczędności deficytowych materiałów instalacyjnych.

Gdy system pośredniego ogrzewania powietrznego połączyć z jednoczesnym nawiewem powietrza do pomieszczeń (o ilości powietrza niezbędnej ze względów higienicznych np. 30 m³/h i osobę), wtedy dzięki stworzonemu nadciśnieniu w pomieszczeniach uzyskuje się korzystne efekty termiczne w budynku. Zapobiega się w ten sposób niepożądaną, nadmiernej infiltracji, a ponadto nieuszczelnione okna przestają być istotną przeszkodą w utrzymaniu temperatury pomieszczenia. To powietrze zewnętrzne należy jednakże ujmować poprzez bezprzeponowy gruntowy wymiennik ciepła i masy (BGWCiM) [12]. Takie rozwiązanie pozwala na zaoszczędzenie w szczytach zimowych do 50% ciepła wentylacyjnego, a w całym sezonie grzewczym około 30% ciepła wentylacyjnego (latem powietrze ochładza się w BGWCiM od +32 do +19°C, a zimą podgrzewa od -20° do +1°C). Ta oszczędność ciepła (pozyskiwanego w sposób nieuciążliwy dla środowiska) w pełni pokrywa koszty instalacji nawiewnej.

Tak skonstruowany układ może być wykorzystany latem dla celów wychładzania pomieszczeń (poprzez masywne stropy grzejne). Wychładzanie może być prowadzone w godzinach nocnych, bowiem dzięki znacznemu opóźnieniu przepływu ciepła przez masywne stropy efekt odczuwalny jest w pomieszczeniu z kilkugodzinnym opóźnieniem, właśnie w godzinach południowych. Z kolei powietrze zewnętrzne nawiewane latem do pomieszczeń może ulegać obróbce w bezprzeponowym, gruntowym wymienniku ciepła i masy (BGWCiM). Następuje tam zwłaszcza ochłodzenie, ale także pożądane latem osuszenie oraz istotne oczyszczenie po-

wietrza. Równocześnie, co potwierdziły badania, ilość zanieczyszczeń po przejściu przez BGWCiM zmniejsza się do połowy swej wartości początkowej.

LITERATURA

1. J. KISIELEWICZ: Metody projektowania budynków mieszkalnych o ekonomicznie uzasadnionej charakterystyce cieplonej — dysert. dokt. Politechnika Krakowska, Kraków 1976.
2. J. BORKIEWICZ: Gdzie tracimy ciepło — Przegląd Techniczny nr 1/80.
3. G. C. GROFF: Building performance and energy standards: how many opportunities are we going to have. *Clima 2000*. Copenhagen 1985. Future perspectives. Vol. 1, s. 39—51. Editor: P. O. Fanger.
4. G. BESLER i inni: Podstawy ochrony środowiska. Politechnika Wroclawska, Wrocław 1976.
5. G. BESLER: Oszczędność energii przy jednoczesnej poprawie mikroklimatu wewnątrz. Materiały konferencyjne „Oszczędność paliw w ciepłownictwie...” Wojew. Komitet Gospod. Energet. R.O.W. NOT Wrocław 1977 str. 173—184.
6. M. REIHER, P. SCHULTHEIS: Einsparung von Heizenergie bei niedertemperierten Flächenheizungen., HLH 25/1974/6.
7. S. POLAN: Vergleichende Untersuchungen über den Wärmeverbrauch von Radiator — und Deckenstrahlungs-Heizungen, HLH 16/165/11.
8. P. BECK: Dänische Feststellung über den Wärmeverbrauch bei Strahlungsheizungen. *Ges. Ing.* 62/1939/13.
9. N. T. ADLAM: Radiant Heating, New York 1947.
10. S. SMOLNY, A. MALLER: Tablice inżynierskie, tom VI. Centralne ogrzewanie. PWN Warszawa 1961, s. 530.
11. G. J. BESLER: Budynek o konstrukcji wielopłytowej z pośrednim ogrzewaniem powietrznym i wentylacją lub klimatyzacją. Patent PRL nr 128289 według zgłoszenia dnia 15.11.1976 r.
12. G. J. BESLER, Z. SPRYSZYŃSKI i inni: Bezprzeponowy gruntowy wymiennik ciepła i masy. Patent PRL nr 123161 wg zgłoszenia z dnia 26.05.1980. Patent NRD 159206, RFN No P-31117, 953.3. 13, Szwajcarii No 2874.

G. J. Besler

ADVANTAGES OF ENERGY SAVINGS IN HEATING AND VENTILATION SYSTEMS

Energy problems dealt with in the entire world and in Poland are considered, and measures aimed at

decreasing energy consumption in building engineering are discussed in detail. The possible application of an advantageous, energy-saving system of heating and ventilation — specifically in dwelling-houses and office-building — is proposed. The system in question has a favourable influence on the biosphere.