

MOŻLIWOŚCI POPRAWY EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ ŹRÓDEŁ CIEPŁA W ZBIOROWOŚCI BUDYŃKÓW EDUKACYJNYCH

Piotr LIS*, Robert SEKRET**

* Politechnika Częstochowska, Katedra Ogrzewnictwa, Wentylacji i Ochrony Atmosfery
Ul .J. H. Dąbrowskiego71, 42-200 Częstochowa, e-mail: polis@is.pcz.czyst.pl

** Politechnika Częstochowska, Katedra Ogrzewnictwa, Wentylacji i Ochrony Atmosfery
Ul .J. H. Dąbrowskiego71, 42-200 Częstochowa, e-mail: rsekret@is.pcz.czyst.pl

Streszczenie: W referacie przedstawiono wyniki badań w zakresie dotyczącym sezonowego zużycia ciepła Q do ich ogrzewania i mocy szczytowej q , i możliwości poprawy efektywności źródeł ciepła wykorzystywanych do ogrzewania zbiorowości budynków edukacyjnych.

Słowa kluczowe: efektywność energetyczna, źródła ciepła, budynki edukacyjne, ogrzewanie budynków.

1. ZUŻYCIE CIEPŁA W ZBIOROWOŚCIACH BUDYŃKÓW UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ

Udział budynków w zużyciu różnych form energii przez poszczególne sektory gospodarki Unii Europejskiej jest znaczący i wynosi około 40%, co przekłada się na emisję 842 milionów ton CO_2 . W Polsce udział budynków w zużyciu energii jest również wysoki w porównaniu z innymi sektorami i kształtuje się na poziomie około 42%, podczas gdy przemysł pochłania około 29%, a transport około 21% całkowitej energii zużywanej w Polsce. Według Europejskiej Agencji ds. Środowiska (European Environment Agency) w Unii Europejskiej, struktura całkowitego zużycia energii w budynkach w krajach dawnej Piętnastki - Unii Europejskiej (UE-15) jest następująca:

- 69% stanowi energia zużywana na ogrzewanie i wentylację budynków,
- 15% na przygotowanie ciepłej wody,
- 11% na oświetlenie i napęd sprzętu elektrycznego,
- 5% na gotowanie.

Należy również zaznaczyć, że w 15 krajach Unii Europejskiej, przed jej rozszerzeniem w 2004 roku, systematycznie spada średnie zużycie energii na ogrzewanie statystycznego mieszkania. Na przestrzeni ostatnich 15-20 lat spadek ten szacowany jest na 22%. Jest to efektem stosowania lepszych technik budowlanych i instalacyjnych,

wzajemnie współdziałających i uzupełniających się w budynku. W Polsce ogrzewanie i wentylacja stanowi aż 71% wszystkich potrzeb energetycznych budynków. Ponadto podstawowym nośnikiem energii wykorzystywanym w Polsce do ogrzewania budynków jest węgiel kamienny, jako że ciepło w Polsce jest produkowane w większości na jego bazie.

Zużycie ciepła do ogrzewania pomieszczeń i koszty z tym związane są znaczące, a w niektórych grupach funkcjonalnych budynków dominujące, w kosztach eksploatacji obiektów budowlanych.

W Polsce coraz więcej podmiotów i osób prywatnych zarządzających budynkami decyduje się na monitorowanie zużycia energii, w tym zużycia ciepła do ogrzewania pomieszczeń w tych obiektach. Przyczyn tego zjawiska jest wiele, w warunkach polskich najistotniejszą są jednak właśnie wspomniane rosnące koszty ogrzewania, a tym samym eksploatacji budynków. Zarządcy i właściciele budynków użyteczności publicznej coraz częściej wykorzystują wyniki wspomnianego monitorowania, a taka praktyka staje się niezbędna dla właściwej i efektywnej eksploatacji pojedynczych budynków jak i ich zbiorowości. Dotyczy to szczególnie przypadku większej ilości obiektów, podlegających administracyjnie i finansowo jednemu zarządcy. Zbiorowość tego typu tworzą między innymi budynki edukacyjne zarządzane i finansowane przez samorządy terytorialne, których dotyczy prezentowany materiał. Również z tego powodu prowadzone są badania nad udoskonalaniem budynku jako budowlano-instalacyjnej całości, które zmierzają między innymi do zmniejszenia energochłonności ogrzewania.

Jednym z kluczowych dla kwestii zmniejszenia energochłonności ogrzewania zagadnień jest efektywność źródeł ciepła wykorzystywanych dla dostarczenia ciepła do ogrzewanych pomieszczeń. W przypadku budynków z własnymi kotłowniami, źródłem takim jest kocioł cen-

tralnego ogrzewania. Natomiast w budynkach zasilanych w ciepło przez przedsiębiorstwa energetyki ciepłej (w skrócie PEC), umownie należy uznać za źródło ciepła węzeł cieplny, z którego obiekt jest zasilany. Jak już wspomniano nie bez znaczenia w takim wypadku jest obserwacja i analiza pod tym kątem istniejących zbiorowości budynków o podobnym przeznaczeniu funkcjonalnym. Analiza wyników wspomnianej obserwacji może być źródłem wielu informacji o potencjale racjonalizacji zużycia ciepła.

Wykorzystanie metod statystycznych wspomaganych analizą współzależności i analizą trendu pośrednio pozwala ocenić pozytywny lub negatywny wpływ wybranych cech związanych z systemem ogrzewania budynków edukacyjnych na energochłonność ogrzewania. Ponadto umożliwia to ich diagnostykę w skali badanej zbiorowości budynków. Do związanych z wspomnianymi cechami czynników zaliczono:

- Rodzaj źródła zasilania w ciepło budynków edukacyjnych;
- Okres eksploatacji kotłów centralnego ogrzewania pracujących w kotłowniach;
- Występowanie i rodzaj regulacji ilości wytwarzanego w źródle ciepła w zależności od warunków wewnątrz i na zewnątrz budynku.

Mając na uwadze powyższe, istotnym dla prowadzonych tutaj rozważań jest sprawność użytkowa źródeł ciepła. Wielkość ta jest funkcją między innymi poziomu rozwiązań technicznych stosowanych w okresie produkcji źródła ciepła, sposobu jego eksploatacji i regulacji.

W tym pierwszym wypadku istnieją proste rezerwy możliwe do wykorzystania dzięki działaniom inwestycyjnym takim jak remonty i modernizacje lub w końcu wymiana przestarzałego lub uszkodzonego urządzenia. Możliwości w tym zakresie są duże o czym świadczą wartości sprawności użytkowych dla urządzeń bazujących na starych rozwiązaniach (początkowe dane w tab. 1) i dla urządzeń stosunkowo nowoczesnych, zestawione w tab. 1.

Tabela 1. Sprawności użytkowe η_u różnych indywidualnych źródeł ciepła [5]

Table 1. The practical efficiency η_u of different individual sources of heating

Źródło ciepła	Sprawność użytkowa, [%]
- Piece kaflowe przestarzałe na paliwo stałe usytuowane bezpośrednio w pomieszczeniu	25 - 40
- Piece kaflowe współczesne na paliwo stałe usytuowane bezpośrednio w pomieszczeniu	60 - 70
- Piece metalowe współczesne na paliwo stałe usytuowane bezpośrednio w pomieszczeniu	65 - 75

Źródło ciepła	Sprawność użytkowa, [%]
- Piece olejowe usytuowane bezpośrednio w pomieszczeniu	82 - 86
- Piece gazowe usytuowane bezpośrednio w pomieszczeniu	73 - 77
- Kotły c.o. na paliwo stałe (węgiel, koks) do 1980 roku	50 - 65
- Kotły c.o. na paliwo stałe (węgiel, koks) z lat 1980-2000	65 - 75
- Kotły c.o. na paliwo stałe (węgiel, koks) po 2000 roku	82
- Kotły c.o. gazowe lub olejowe z palnikami atmosferycznymi i regulacją włącz/wyłącz	65 - 86
- Kotły c.o. gazowe lub olejowe z palnikami wentylatorowymi i ciągłą regulacją procesu spalania	75 - 88
- Kotły c.o. niskotemperaturowe gazowe lub olejowe z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modułowanym (w zależności od mocy)	87 - 98
- Kotły c.o. gazowe nowszej konstrukcji ze skojarzonym wytwarzaniem ciepła dla c.o. i c.w.u. (zapalanie piezoelektryczne)	91 - 93
- Kotły c.o. gazowe kondensacyjne z pełną automatyką i wymuszonym obiegiem spalin i wody (w zależności od mocy)	92 - 100
- Kotły c.o. na biomasę z obsługą ręczną do 100 kW (dla różnej biomasy)	63 - 72
- Kotły c.o. na biomasę z obsługą ręczną powyżej 100 kW (dla różnej biomasy)	68 - 72
- Kotły c.o. na biomasę z obsługą autom. powyżej 100 kW (dla różnej biomasy)	75 - 85
- Kotły c.o. elektryczne	94 - 97
Ogrzewanie elektryczne bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe, promiennikowe i podłogowe	97 - 99
- Węzeł cieplny kompaktowy bez obudowy (w zależności od mocy)	91 - 95
- Węzeł cieplny kompaktowy z obudową (w zależności od mocy)	97 - 99
- Ciepłownie z kotłami wrzutowymi z obsługą ręczną	65 - 83
- Ciepłownie z kotłami autom.	65 - 85
- Ciepłownie z kotłami z paleniskiem retortowym	80 - 85
- Elektrociepłownie węglowe	85
- Elektrociepłownie gazowe	powyżej 90

Dodatkowo, nieomawiane tutaj, możliwości w tym zakresie stwarza zastosowanie (w skojarzeniu z konwencjonalnymi lub samodzielnie) niekonwencjonalnych źródeł ciepła takich jak pompy ciepła.

Wymiana lub modernizacja funkcjonujących kotłów ma na celu zwiększenie sprawności wytwarzania ciepła. Wyposażenie tych urządzeń w automatykę regulacyjną, o ile jest to możliwe z technicznego punktu widzenia, podnosi sprawność regulacji źródła ciepła, co jest szczególnie ważne w budynkach o okresowym wykorzystaniu pomieszczeń (np. budynki edukacyjne). Kotły gazowe doskonale nadają się do pracy z automatycznym lub półautomatycznym sterowaniem, przyczyniając się do zmniejszenia zużycia ciepła do ogrzewania budynku o około 5 - 15%. Natomiast wymiana przestarzałych kotłów węglowych lub koksowych na kotły gazowe prowadzi do 30% oszczędności energii pierwotnej, nie wspominając o korzyściach ekologicznych. Należy jednak pamiętać, że działaniom takim powinna również towarzyszyć modernizacja instalacji centralnego ogrzewania.

Przypadki niewłaściwej eksploatacji źródeł ciepła będące przyczyną obniżenia rzeczywistej sprawności eksploatowanego kotła, wymagają natomiast prawidłowej identyfikacji i podjęcia adekwatnych do sytuacji działań organizacyjno-szkoleniowych.

2. ŹRÓDŁA CIEPŁA DO OGRZEWANIA BADA- NYCH BUDYNKÓW EDUKACYJNYCH

Obserwacją i analizą statystyczną objęto 50 budynków szkół z terenu jednej gminy miejskiej, wspólnie zarządzanych.

Dla potrzeb niniejszego opracowania wyodrębniono, biorąc pod uwagę źródła ciepła do ogrzewania, dwie grupy obiektów: budynki zasilane w ciepło z własnych kotłowni (27 budynków), budynki zasilane w ciepło z ciepłowni lokalnego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej (w skrócie: PEC) (23 budynki). Charakterystykę tych grup przedstawiono odrębnie (e dla każdej z wcześniej wymienionych grup budynków edukacyjnych) w tabeli 2 i 3, a zestawienie wartości średnich wybranych wielkości i wskaźników w tabeli 4.

Wśród podstawowych wielkości wykorzystywanych do ilościowego opisu i porównywania analizowanych grup obiektów, które występują w dalszej części artykułu należy zwrócić uwagę na następujące oznaczenia:

- Q , w GJ/a - rzeczywista ilość ciepła zużytego do ogrzewania pomieszczeń w budynku edukacyjnym w sezonie grzewczym nie odbiegającym od sezonu standardowego;
- q , w kW – obliczona moc szczytowa niezbędna do ogrzewania budynku przy temperaturze powietrza zewnętrznego $(-20)^{\circ}\text{C}$;
- Q/V , w MJ/m^3 – wskaźnik odnoszący rzeczywiste zużycie ciepła Q do ogrzewania budynku w okresie sezonu

grzewczego do 1 m^3 ogrzewanej kubatury V . Umożliwia to porównanie rzeczywistej energochłonności ogrzewania w analizowanych obiektach o różnej wielkości;

- q/V , w W/m^3 – wskaźnik odnoszący obliczoną wartość mocy szczytowej q do ogrzewania budynku do 1 m^3 ogrzewanej kubatury V . Umożliwia to dokonywanie porównań obliczonej, szczytowej mocy ogrzewania w analizowanych obiektach o różnej wielkości;

Tabela 2. Wartości średnie wybranych wielkości i wskaźników
Table 2. Averages values of selected quantities and indexes

Budynki zasilane przez PEC			
Wielkość	wartość średnia x_{sr}	odchyl. stand. $s(x)$	wsp. zmienności $V_k(x)$
q , kW	469,19	259,41	55,29
Q , GJ/a	3262,44	1277,30	39,15
q/V , W/m^3	21,94	4,99	21,95
Q/V , MJ/a	142,96	32,79	22,04
Kubatura V , m^3	20763,00	10916,24	52,58
Pow. ogrzewana P_o , m^2	4444,95	2495,56	56,14

Tabela 3. Wartości średnie wybranych wielkości i wskaźników
Table 3. Averages values of selected quantities and indexes

Budynki zasilane z własnych kotłowni			
Wielkość	wartość średnia x_{sr}	odchyl. stand. $s(x)$	wsp. zmienności $V_k(x)$
q , kW	200,67	96,12	47,90
Q , GJ/a	1212,15	563,33	46,47
q/V , W/m^3	19,95	4,79	22,54
Q/V , MJ/a	119,02	40,55	31,61
Kubatura V , m^3	9694,81	4279,53	44,14
Pow. ogrzewana P_o , m^2	2064,54	976,41	47,29

Tabela 4. Wartości średnie wybranych wielkości i wskaźników
Table 4. Averages values of selected quantities and indexes

Wielkość (wartości średnie)	Źródło zasilania w ciepło do ogrzewania budynku edukacyjnego	
	PEC	Kotłownia własna
q , kW	469,19	200,67
Q , GJ/a	3262,44	1212,15
q/V , W/m^3	21,94	19,95
Q/V , MJ/a	142,96	119,02
Kubatura V , m^3	20763,00	9694,81
Pow. ogrzewana P_o , m^2	4444,95	2064,54

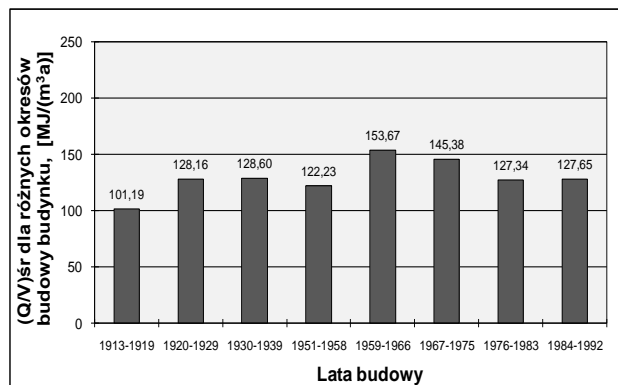
Łącznie w szkolnych kotłowniach zainstalowano LK = 53 kotły centralnego ogrzewania. Wśród kotłowni 20 posiadało kotły c.o. opalane węglem kamiennym lub koksem, a 7 kotłowni wykorzystywało jako opał gaz ziemny.

W przypadku budynków zasilanych w ciepło do ogrzewania pomieszczeń z ciepłowni lokalnego Przedsiębiorstwa energetyki Ciepłej „umownym” źródłem ciepła jest węzeł cieplny, z uwagi na brak wpływu podmiotu zarządzającego budynkiem na efektywność kotłów wytwarzających ciepło, eksploatowanych u jego wytwórcy. Informacje o różnicach w sprawności użytkowej wspomnianych urządzeń przedstawiono jednak na końcu tab. 1. Z powodu rozwiązań administracyjnych węzły cieplne zazwyczaj stanowią własność PEC-u, a ewentualna ingerencja w ich funkcjonowanie podmiotu eksploatującego budynek może polegać na spowodowaniu zainstalowania automatyki pogodowo-czasowej lub na zmianie źródła zasilania w ciepło i odłączeniu się od sieci cieplnej. Z uwagi na powyższe uwarunkowania w niniejszym opracowaniu większą uwagę poświęcono budynkom posiadającym indywidualne kotłownie. Ogólną ilościową charakterystykę kotły c.o. w budynkach edukacyjnych przedstawiono w tabeli 5.

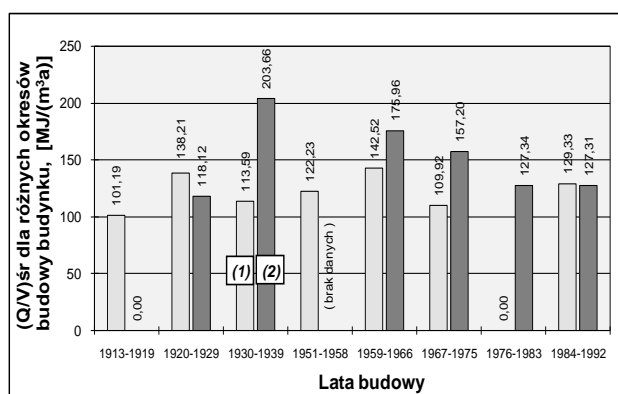
Tabela 5. Podstawowe miary opisu stat. dla wybranych wielkości charakteryzujących kotły c.o. w budynkach edukacyjnych
Table 5. General characteristic for choosed quantity of central heating boilers in educational buildings

Wielkość	wartość średnia \bar{x}	odchyl. stand. $s(x)$	wsp. zmienności $V_k(x)$
Okres eksploatacji kotła	9,5	—	81,35
Sprawność nominalna $\eta_n, \%$	78,93	6,28	7,95
Sprawność użytkowa $\eta_u, \%$	65,33	8,23	12,60
Wskaźnik wykorzystania paliwa zalecanego $WPz, -$	0,68	—	—
Wskaźnik wykorzystania mocy kotła $WMK, -$	0,81	0,22	27,36

Wstępne wnioski płynące z realizowanych badań i analizy danych przedstawionych w tab. 2, tab. 3 i na rys. 1, 2 wskazują na występowanie pewnego zróżnicowania w ilości ciepła zużytego do ogrzania $1m^3$ ogrzewanej kubatury w dwóch grupach budynków zasilanych z różnych źródeł.

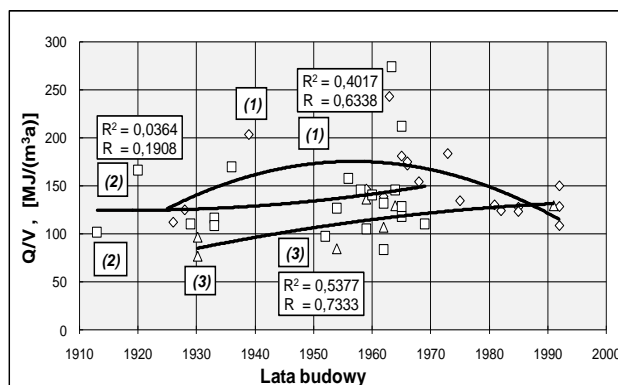


Rys. 1. Wartości wskaźnika Q/V dla budynków edukacyjnych
Fig. 1. Values of Q/V index for educational buildings

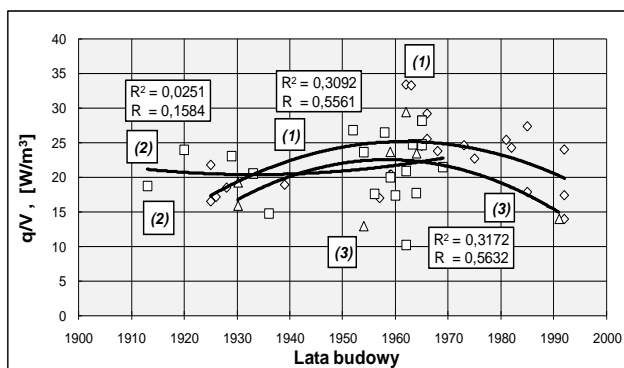


Rys. 2. Wartości wskaźnika Q/V dla budynków edukacyjnych zasilanych w ciepło przez: PEC (1), własne kotłownie węglowe, koksowe lub gazowe (2) [1,2]
Fig. 2. Values of Q/V index for educational buildings heated by heating plant, individual coal, coke and gas boilers (2) [1,2]

Dodatkowych informacji w tym względzie dostarczają wykresy przedstawione na rys. 2, 3, 4.



Rys. 3. Wartości wskaźnika Q/V dla budynków edukacyjnych zasilanych w ciepło przez: PEC (1), własne kotłownie węglowe lub koksowe (2), własne kotłownie gazowe (3) [1,2]
Fig. 3. Values of Q/V index for buildings heated by heating plant individual coal and coke boilers (2), individual gas boilers (3)



Rys. 4. Wartości wskaźnika q/V dla budynków szkół zasilanych w ciepło przez: PEC (1), własne kotłownie węglowe lub kokso-we (2), własne kotłownie gazowe (3) [1,2]

Fig. 4. Values of q/V index for educational buildings heated by heating plant, individual coal and coke boilers (2), individual gas boilers (3)

3. PODSUMOWANIE

Efekty wpływu rodzaju źródła ciepła na zużycie ciepła do ogrzewania budynków, znajdują odbicie w różnym poziomie wartości Q/V dla budynków zasilanych w ciepło z różnych źródeł (rys. 2, tab. 2,3,4). Przeciętnie największe wartości Q/V występują w badanych budynkach edukacyjnych ogrzewanych przez PEC (rys. 2). Mniejsze o około 16 % i 24 % są wartości Q/V odpowiednio dla budynków edukacyjnych z kotłowniami węglowo-koksowymi i gazowymi (rys. 3). Wspomniane różnice są pośrednio spowodowane przede wszystkim możliwościami regulacji źródła ciepła występującymi w przypadku kotłowni indywidualnych, w stosunku do budynków zasilanych w ciepło przez PEC.

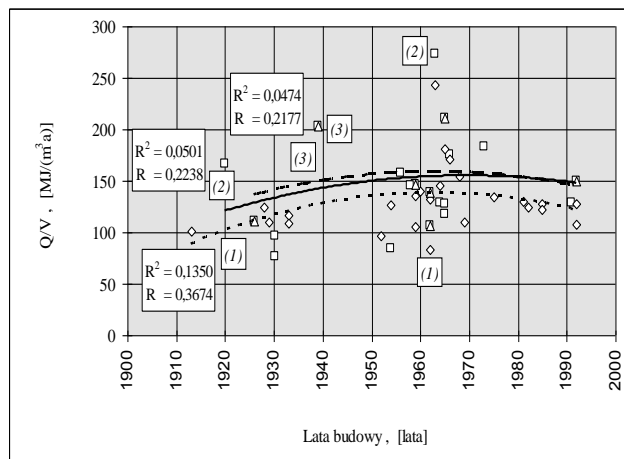
Dodatkowych informacji w omawianym zakresie dostarcza analiza wartości q/V (rys. 4, tab. 2,3,4). Wartości te są „niewrażliwe” na rzeczywiste warunki eksploatacji systemu ogrzewania i odzwierciedlają w pewnym stopniu teoretyczne założenia projektowe. Również w tym wypadku występują różnice w wartościach q/V dla grup budynków ogrzewanych z różnych źródeł, jednak znacznie mniejsze niż w przypadku wartości Q/V . Przytoczone wyniki analizy potwierdzają istnienie pośredniego wpływu rodzajów źródeł zasilania w ciepło budynków na wartości Q/V . Prawdopodobnie jest to związane z wykorzystywaniem przez obsługę możliwości ingerencji w proces wytwarzania ciepła w urządzeniach zainstalowanych w kotłowniach indywidualnych. Taka ingerencja w budynkach ogrzewanych przez PEC jest praktycznie niemożliwa. Potwierdzeniem może być tutaj analiza wykresów przedstawionych na rys. 3 i 4. Zmiana kształtu i wzajemnego położenia krzywych na wykresach (rys. 3, 4), wykreślonych dla budynków zasilanych z różnych źródeł ciepła, jest najbardziej widoczna w przypadku obiektów dysponujących własnymi kotłami c.o. na gaz

ziemny. Zaobserwowano zmianę na rys. 3 (dla Q/V) kształtu i położenia krzywej odnoszącej się do tej grupy budynków edukacyjnych w stosunku do sytuacji przedstawionej na rys. 4 (dla q/V). Świadczy to o wykorzystywaniu w rzeczywistej eksploatacji obiektu, w większym niż wynikałoby to z teoretycznych założeń wykresów na rys. 4, możliwości stwarzanych przez kotły opalane gazem w zakresie regulacji ilości wytwarzanego ciepła. Wyposażenie takich kotłów w automatykę regulacyjną podnosi sprawność regulacji źródła ciepła i zmniejsza energochłonność ogrzewania, co jest szczególnie ważne w budynkach o okresowym wykorzystaniu pomieszczeń. Znajduje to odzwierciedlenie w najniższym położeniu krzywej wykresu na rys. 3, dla budynków z indywidualnymi kotłowniami gazowymi. Warto również podkreślić statystyczną istotność współczynników korelacji R dla zależności przedstawionych na tym rysunku, a odnoszących się do budynków ogrzewanych przez PEC (krzywa 1) i własne kotłownie gazowe (krzywa 3). Kotły gazowe można zatem uznać za bardziej sprzyjające racjonalnej gospodarce ciepłem w ogrzewanym budynku od przestarzałych kotłów c.o. na paliwo stałe czy źle funkcjonujących PEC-ów (rys. 2, 3). To ostatnie zastrzeżenie jest istotne albowiem w nowoczesnych i poprawnie funkcjonujących zdalczynnych systemach centralnego ogrzewania zużycie paliwa jest zazwyczaj mniejsze o 5-20 % niż przy wytwarzaniu ciepła w kotłowniach indywidualnych[1,2].

W trakcie przeprowadzonych badań stwierdzono brak znaczących zaniedbań zarówno w eksploatacji kotłów w kotłowniach indywidualnych, jak i funkcjonujących w badanych budynkach instalacji centralnego ogrzewania. W przypadku badanych kotłów c.o. zależność pomiędzy ilością paliwa umownego PU zużywanego do wytworzenia 1 GJ ciepła Q od sprawności użytkowej kotła, zmieniła się jedynie z powodu występującego na przestrzeni lat znaczącego postępu technicznego w tej dziedzinie.

Ważne z uwagi na racjonalne zużycie ciepła do ogrzewania budynków edukacyjnych jest również istnienie i funkcjonowanie urządzeń umożliwiających ręczną lub automatyczną regulację temperatury, w zależności od warunków pogodowych i pory doby. Niestety w większości budynków brak jest tego rodzaju urządzeń lub są one źle eksploatowane. Sporadyczne wyposażenie węzłów cieplnych w szkołach ogrzewanych przez PEC w tego typu urządzenia ogranicza wpływ obsługi budynku na zużycie ciepła. W nieco lepszej sytuacji są budynki posiadające własne kotłownie szczególnie z kotłami opalonymi gazem, między innymi z powodów już wcześniej przedstawianych. W obrazie statystycznym zbiorowości przeważającą rolę odgrywają jednak obiekty z niepoprawnie realizowanymi procesami regulacji temperatury, a tym samym regulacji ilości ciepła dostarczanego do ogrzewanych pomieszczeń. Podczas badań stwierdzono, że w pewnej liczbie budynków edukacyjnych dokonywa-

no regulacji temperatury. Niestety ich statystyczny efekt był odwrotny od zamierzonego i spowodował wzrost rzeczywistego zużycia ciepła do ogrzewania tam gdzie podejmowano takie działania. Potwierdzeniem jest wykres przedstawiony na rys. 5.



Rys. 5. Wartości wskaźnika Q/V dla budynków edukacyjnych bez regulacji temperatury (1), z możliwością regulacji temperatury (2), z automatyczną regulacją temperatury (3)

Fig. 5. Values of Q/V index for educational buildings without temperature control (1), with temperature control (2), with automatic temperature control (3)

Zaprezentowany materiał charakteryzuje, w omawianym zakresie związanym z ogrzewaniem budynków edukacyjnych, pełną lokalną zbiorowość tego typu obiektów. Pośrednio ukazuje również możliwości oceny i kierunki zmian czynników mających wpływ m.in. na efektywność energetyczną ogrzewania pomieszczeń. Wspomniane zmiany można uwzględnić podczas planowanych modernizacji kotłowni własnych lub węzłów ciepłowniczych funkcjonujących w badanych obiektach. W przybliżeniu można założyć, że jeżeli budynek jest zasilany w ciepło nie z miejskiej sieci ciepłej (PEC), ale z własnej lokalnej kotłowni użytkowanej przez 10, 15 i więcej lat, to kotłownia ta powinna być poddana modernizacji. Powszechnie występującą wadą użytkowanych od dłuższego czasu lokalnych kotłowni jest niska sprawność kotłów. Ponadto kotły opalane węglem lub koksem wytwarzają duże ilości zanieczyszczeń, w tym przede wszystkim pyłów. W przypadku zasilania w ciepło przez PEC i umownego źródła ciepła jakim w tym przypadku jest węzeł ciepłowniczy, to jego modernizacja obejmuje na ogół następujące zmiany:

- zastępowanie (wymiana) węzłów bezpośrednich (z hydro-elewatorem) przez węzły wymiennikowe. Umożliwia to uniezależnienie instalacji wewnętrznych od sieci ciepłej oraz zastosowanie prawidłowej, efektywnej, automatycznej regulacji instalacji;

- zastępowanie starych wymienników o niskiej sprawności przez wysoko sprawne wymienniki - najczęściej płytowe;
- wymiana i izolowanie armatury w celu likwidacji nieszczelności instalacji i zmniejszenia strat ciepła.

Należy również pamiętać, że wspomniane możliwości oceny i wskazania kierunków zmian czynników mających wpływ m.in. na efektywność energetyczną ogrzewania pomieszczeń. pojawiają się dzięki analizie statystycznej grupy szkół i interpretację wyników tej analizy. Oczywiście, w niektórych przypadkach należy używać pojęcia wysoce prawdopodobnej interpretacji, mając na uwadze wykorzystywane w analizach metody.

POSSIBILITIES OF ENERGY EFFECTIVENESS IMPROVEMENT OF HEAT SOURCES IN COMMUNITY OF EDUCATIONAL BUILDINGS

Summary: This paper presents the results of the research of the seasonal heat demand for heating Q and heat power q and possibilities of energy effectiveness improvement of heat sources used for heating, in community of educational buildings.

Literatura

- [1] Lis P. *Statystyczna diagnostyka funkcjonowania systemów ogrzewania budynków oświatowych*. Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja R. XXXV(408): 2004 nr 3, s. 16–19
- [2] Lis P. *Charakterystyka statystyczna zużycia ciepła do ogrzewania szkół zasilanych z różnych źródeł*. Gospodarka Paliwami i Energią R. LII (600): 2004 nr 6, s. 17–19
- [3] Lis P., Sekret R.: *Efektywność energetyczna źródeł ciepła w zbiorowości budynków edukacyjnych*. W: *Energia i Budynek* nr 9/2009, s. 42-45