

Piotr Lis, Anna Lis

## OCENA MOŻLIWOŚCI RACJONALIZACJI ZUŻYCIA CIEPŁA DO OGRZEWANIA Z WYKORZYSTANIEM BYTOWYCH ZYSKÓW CIEPŁA OD OSÓB W BUDYNKACH OŚWIATOWYCH

### Wprowadzenie

Istotną rolę w racjonalizacji zużycia ciepła do ogrzewania ma wyposażenie systemu centralnego ogrzewania w automatykę regulacyjną dostosowującą jego moc do zmieniających się warunków i potrzeb cieplnych budynku. Głównymi elementami automatyki są urządzenia automatycznej regulacji czasu i temperatury ogrzewania instalowane w źródle ciepła lub w węźle cieplnym oraz termostaty grzejnikowe utrzymujące zadaną temperaturę w pomieszczeniu. Urządzenia te z towarzyszącą im armaturą mogą funkcjonować odrębnie, chociaż korzystniej jest, aby tworzyły pewnego rodzaju system regulacyjny. Już jednak zainstalowanie termostatów grzejnikowych pozwala zmniejszyć zużycie ciepła o 10÷15% między innymi dzięki wykorzystaniu bytowych i słonecznych zysków ciepła [1]. Oszczędność zużycia ciepła uzyskiwana jest głównie dzięki poprawieniu sprawności regulacji systemu ogrzewania. Ilustracją omawianych problemów są dane przedstawione w tabeli 1 [1].

TABELA 1

#### Sprawności procesu regulacji ogrzewania w budynkach mieszkalnych

Źródło ciepła	Sprawność regulacji, %
Zawory termostacyjne we wszystkich pomieszczeniach	81
Zawory termostacyjne w wybranych pomieszczeniach	76
Regulacja pogodowa temperatury zasilania	79
Zawory termostacyjne we wszystkich pomieszczeniach i regulacja pogodowa temperatury zasilania	93
Bez automatyki	70

Instalowanie zaworów termostacyjnych ma sens, jedynie przy istnieniu nadwyżki ciepła, które może być dostarczone do ogrzewanego budynku. Dopiero wtedy

występuje rzeczywista możliwość regulacji temperatury w ogrzewanych pomieszczeniach, nie tylko w dolnych, ale i w górnych zakresach. Stosowanie natomiast adaptacyjnych układów sterowania ogrzewaniem budynku (adaptive control, dynamic control) w określonych warunkach umożliwia ograniczenie zużycia ciepła nawet o około 23% przy jednoczesnej poprawie komfortu cieplnego [1, 2].

Zastosowanie sterowania ogrzewaniem ma szczególnie duże znaczenie w budynkach użyteczności publicznej wykorzystywanych często jedynie przez część doby. Niestety budynki oświatowe w Polsce w większości nie mają automatyki regulacyjnej systemu ogrzewania, co uniemożliwia wykorzystanie czynników klimatycznych i eksploatacyjnych (zmiany temperatury powietrza na zewnątrz, czas użytkowania obiektu, bytowe zyski ciepła) dla zmniejszenia zużycia ciepła do ogrzewania. Instalowanie urządzeń automatycznej regulacji systemu ogrzewania w tych obiektach może być, więc jednym z efektywniejszych ekonomicznie rozwiązań racjonalizujących zużycie ciepła do ich ogrzewania.

## 1. Charakterystyka obiektów, w których prowadzono badania

Analiza związana z wykorzystaniem bytowych zysków ciepła od osób w celu obniżenia zużycia ciepła do ogrzewania była przeprowadzona głównie dla budynków szkół podstawowych zlokalizowanych na terenie Częstochowy. Obiekty mieszczące badane szkoły wybudowano w latach 1913÷1992, przy czym 75% budynków wzniesiono w okresie powojennym, a około 60% wybudowano po 1957 roku. Przeciętny obiekt tego typu liczy 30 lat. Oszacowano wartość powierzchni ( $P_o$ ) i kubatury ( $V_e$ ) ogrzewanej budynków. Podstawowe miary opisu statystycznego dotyczące wartości  $P_o$  i  $V_e$  dla budynków szkół zasilanych w ciepło z różnych źródeł przedstawiono w tabeli 2.

TABELA 2

### Wybrane miary opisu statystycznego dla powierzchni i kubatury ogrzewanej budynków

Wielkość	Jednostka	Wybrane miary opisu statystycznego	
		Średnia arytmetyczna	Odchylenie standardowe
Budynki ogrzewane z ciepłowni Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej			
Powierzchnia ogrzewana	m <sup>2</sup>	4697,1	2468,0
Kubatura ogrzewana	m <sup>3</sup>	21 785,1	10 751,1
Budynki ogrzewane z kotłowni własnej			
Powierzchnia ogrzewana	m <sup>2</sup>	2183,4	1096,2
Kubatura ogrzewana	m <sup>3</sup>	10 056,6	4475,5
Razem budynki ogrzewane z ciepłowni Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej i kotłowni własnej			
Powierzchnia ogrzewana	m <sup>2</sup>	3155,6	2185,8
Kubatura ogrzewana	m <sup>3</sup>	14 767,7	9744,3

Średnia kubatura dla całej badanej zbiorowości wynosi  $V_{e\text{śr}} = 14\,767,7\text{ m}^3$ . Około 65% obiektów ma kubaturę mniejszą od  $V_{e\text{śr}}$ , a wartości  $V_e$  dla około 40% budynków mieszczą się w przedziale od 12 000 do 16 000  $\text{m}^3$  i można te obiekty uznać za średnie dla rozpatrywanej zbiorowości szkół. Budynki te pochodzą w większości z lat 1959÷1966. W latach 1950÷1992 istniała tendencja budowania szkół o większej kubaturze. Badane obiekty dysponują przeciętnie  $L_{s\text{śr}} = 21$  salami lekcyjnymi o średniej powierzchni  $P_{s\text{śr}} = 50,3\text{ m}^2$ .

Z pośród analizowanych budynków szkół 43% obiektów jest zasilanych w ciepło do ogrzewania z ciepłowni Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej. Budynki te są wyposażone w liczniki ciepła i rozliczane za zużyte do ogrzewania ciepło według ich wskazań. Pozostała część badanej zbiorowości jest ogrzewana z kotłowni własnych usytuowanych w budynkach. Obiekty korzystające z usług Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej są zazwyczaj dużymi szkołami, przeciętnie znacznie większymi od szkół mających własne kotłownie, które z kolei można zaliczyć do obiektów średnich i małych wśród analizowanej zbiorowości.

## 2. Podstawowe założenia do analizy

Dla potrzeb poruszanej problematyki statystycznemu opracowaniu poddano wartości mocy zamówionej  $q$  oraz wartości rzeczywistego sezonowego zużycia ciepła  $Q$ . W celu uzyskania danych o zużyciu ciepła  $Q$  do ogrzewania wykorzystano zainstalowane w budynkach liczniki ciepła. Sezonowe zużycie ciepła do ogrzewania dla budynków mających kotłownie własne obliczono dysponując danymi o ilości i rodzaju spalnego paliwa, rodzaju i wielkości strat w procesie wytwarzania ciepła oraz sprawnościami kotłów. Dane o mocy szczytowej  $q$  do ogrzewania obiektów uzyskano z dokumentacji technicznej tych obiektów i ich systemów ogrzewania.

Różnice w zużyciu ciepła do ogrzewania pomiędzy szkołami wynikają ze różnicowania temperatur utrzymywanych w ogrzewanych pomieszczeniach. W budynkach wykonano również pomiary podstawowych termicznych i osobowych elementów mikroklimatu wewnątrz oraz komfortu cieplnego osób. W trakcie prowadzenia badań temperatura powietrza w salach lekcyjnych wahała się w typowym obszarze zmienności od  $18,5^\circ\text{C}$  do  $21,5^\circ\text{C}$ . Średnia wartość temperatury w salach przeznaczonych do długotrwałego przebywania dzieci oraz w pozostałych pomieszczeniach wynosiła  $19,9^\circ\text{C}$ . Temperatura ogrzewanych pomieszczeń nie odbiegała więc istotnie od wartości normowej równej  $20^\circ\text{C}$  dla tego typu obiektów, dlatego też zdecydowano się w ramach prowadzonej analizy pominąć różnice między temperaturami powietrza wewnątrz ogrzewanych budynków.

Na podstawie przeprowadzonej weryfikacji statystycznej dla okresu wieloletniego i warunków klimatu miejscowego Częstochowy sezon grzewczy, do którego odnoszono zrealizowane badania uznano za typowy. Wynika z tego, że uzyskane dla tego sezonu ilości zużytego ciepła  $Q$  na ogrzewanie można uznać, jako nie odbiegające w istotny sposób od wartości typowych, występujących w dłuższym okresie.

### 3. Bytowe zyski ciepła od osób przebywających w budynkach

Szczegółowej analizie ilościowej poddano możliwość zmniejszenia zużycia ciepła i kosztów ogrzewania przez wykorzystanie bytowych zysków ciepła od osób przebywających w rozpatrywanych budynkach szkół. Przy obliczaniu ww. zysków uwzględniono tylko liczbę uczniów uczestniczących w zajęciach lekcyjnych i czas trwania tych zajęć, pomijając zajęcia pozalekcyjne odbywające się w szkołach z różnym nasileniem i częstotliwością, dlatego też trudnych do oszacowania.

Przy prowadzeniu rozważań dotyczących kosztów ogrzewania szkół należy pamiętać, że zastosowanie termostatów grzejnikowych w pomieszczeniach umożliwia uzyskanie oszczędności przy odpowiednim systemie rozliczania zużytego ciepła. W przypadku indywidualnych źródeł ciepła obniżenie to jest osiągnięte przez zmniejszenie zużycia ciepła w ogrzewanych pomieszczeniach dzięki wykorzystaniu bytowych i słonecznych zysków ciepła. W budynkach zasilanych w ciepło przez Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej redukcja kosztów ogrzewania może dotyczyć zarówno zmiennej jak i stałej części opłaty. Opłata zmienna zmniejsza się dzięki ograniczeniu zużycia ciepła, natomiast opłata stała może ulec zmniejszeniu po uwzględnieniu udziału zysków bytowych ciepła w obliczanej dla budynku mocy szczytowej  $q$ . W wyniku wizji lokalnych i analizy dokumentacji instalacji c.o. stwierdzono, że w obliczeniach mocy  $q$  nie uwzględniano jej zmniejszenia o wspomniane zyski bytowe. Istniejące algorytmy obliczeń określają sposób uwzględnienia tego rodzaju zysków w zapotrzebowaniu na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym. Mogą one jednak stanowić merytoryczną pomoc także przy obliczaniu mocy szczytowej  $q$ . Należy dodać, że udział bytowych zysków ciepła w całkowitym zapotrzebowaniu na ciepło do ogrzewania budynków może wynosić dla budynków mieszkalnych nawet około 12% [3, 4].

W obliczeniach mocy  $q$  trzeba pamiętać o ryzyku wystąpienia temperatury zewnętrznej  $-20^{\circ}\text{C}$ , co może się zdarzyć w głównej mierze w porze nocnej w sezonie grzewczym. W okresie tym jednak bytowe zyski ciepła od osób przebywających w budynkach oświatowych nie będą występowały, a obliczona moc szczytowa  $q$  uwzględniająca wspomniane zyski może być zbyt mała, aby utrzymać w pomieszczeniach temperaturę powietrza zbliżoną do temperatury obliczeniowej przyjętej za podstawę do wyznaczenia mocy szczytowej. Biorąc jednak pod uwagę sporadyczność występowania tak niskich temperatur powietrza na zewnątrz na większości obszaru Polski oraz stosowanie automatycznego obniżania temperatury w ogrzewanych budynkach szkół po zakończeniu zajęć lekcyjnych, ryzyko dostarczenia zbyt małych ilości ciepła do pomieszczeń przez system ogrzewania można praktycznie pominąć. Przyjęte założenie znalazło odzwierciedlenie w uproszczeniu sposobu obliczania bytowego zysku ciepła  $q_L$  (wzór 1).

Argument możliwej niewydolności systemu ogrzewania w następstwie obniżenia wartości mocy szczytowej  $q$  wydaje się być jednak dość często nadużywany przez Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej do uzasadniania odmowy obniżenia mocy  $q$ . Tym samym odmawia się obniżenia części stałej opłaty za dostarczane do ogrzewania ciepło, co oczywiście z punktu widzenia Przedsiębiorstwa jest korzystne, godzi jednak w interesy odbiorcy ciepła. Osobną kwestią w takich przypadkach

jest poprawność obliczeń mocy szczytowej  $q$ , którą można jednak zawsze zweryfikować. Takie rozstrzygnięcie tej kwestii jest daleko bardziej uzasadnione od przesadnej „troski” dostawcy ciepła o właściwą temperaturę powietrza wewnątrz pomieszczeń użytkowanych przez odbiorcę. Obniżenie wartości mocy szczytowej przez Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej jest zresztą również korzystne dla samego Przedsiębiorstwa. Umożliwia, bowiem uzyskanie rezerw mocy i podłączenie do sieci nowych odbiorców bez konieczności inwestowania w modernizację czy rozwój źródeł ciepła będących w jego posiadaniu.

Mając to na uwadze wprowadzono rozróżnienie pomiędzy bytowymi zyskami ciepła od osób przebywających w szkołach zasilanych w ciepło przez Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej. Pierwszy „rodzaj” bytowego zysku ciepła oznaczony przez  $q_L$  ma wpływ na zmniejszenie kosztów ogrzewania wynikające z ograniczenia zużycia ciepła  $Q$ . Drugi „rodzaj” zysku bytowego ciepła  $q_L$  ma wpływ na zmniejszenie kosztów ogrzewania wynikające z ponownego przeliczenia i obniżenia mocy szczytowej  $q$  wpływającej na wysokość opłaty stałej za ogrzewanie tych obiektów. Omawiane tutaj zyski ciepła obliczano według wzorów opracowanych na podstawie własnej analizy funkcjonowania badanych szkół:

$$q_L = 0,055 \cdot L_{d_{sr}} \cdot L_s \quad (1)$$

$$Q_L = 0,0036 \cdot q_L \cdot 0,71 \cdot (T_l/24) \cdot (W_z/1) \cdot 24 \cdot 205 \quad (2)$$

w którym:

- $q_L$  - bytowy zysk ciepła w mocy szczytowej do ogrzewania budynku, kW,
- $Q_L$  - bytowy zysk ciepła w sezonowym zużyciu ciepła do ogrzewania pomieszczeń w budynku, GJ,
- $L_{d_{sr}}$  - średnia liczba dzieci w oddziale w danej szkole,
- $L_s$  - liczba sal lekcyjnych w szkole,
- 0,055 - ilość ciepła wydzielana przez organizm dziecka w szkole podstawowej w ciągu godziny, kW,
- 0,71 - współczynnik określający przez jaką część tygodnia w szkole odbywają się zajęcia lekcyjne,
- $(T_l/24)$  - współczynnik określający przez jaką część doby w szkole odbywają się zajęcia lekcyjne (czas trwania zajęć lekcyjnych  $T_l$  podzielony przez 24 h),
- $W_z$  - współczynnik zmienności równy ilorazowi liczby oddziałów w danej szkole  $L_o$  przez ilość wszystkich sal lekcyjnych w danej placówce oświatowej  $L_s$ ,
- $(W_z/1)$  - współczynnik określający stopień wykorzystania sal lekcyjnych w szkole podczas trwania zajęć lekcyjnych podzielony przez 1,
- $24 \cdot 205$  - liczba godzin w analizowanym sezonie grzewczym,
- 0,0036 - wartość przelicznika z kWh na GJ.

#### 4. Wyniki badań i analiz

Po dokonaniu weryfikacji wyniki badań poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem miar statystyki opisowej. Wybrane wyniki zaprezentowano poniżej w tabelach 3, 4, 5. W ostatnich wierszach zaprezentowano zmniejszenie kosztów ogrzewania z tytułu wykorzystania bytowych zysków QL.

TABELA 3

**Wybrane miary opisu statystycznego wartości qL i QL dla budynków ogrzewanych z ciepłowni Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej**

Wielkość	Jednostka	Wybrane miary opisu statystycznego	
		Średnia arytmetyczna	Odchylenie standardowe
qL	kW	36,9	17,6
QL	GJ/a	230,9	161,9
qL/q	%	8,5	2,3
QL/Q	%	7,8	3,9
Zmniejszenie kosztów ogrzewania	%	7,8	2,3

TABELA 4

**Wybrane miary opisu statystycznego wartości qL i QL dla budynków ogrzewanych z kotłowni własnej**

Wielkość	Jednostka	Wybrane miary opisu statystycznego	
		Średnia arytmetyczna	Odchylenie standardowe
qL	kW	19,6	8,8
QL	GJ/a	113,2	65,2
qL/q	%	10,3	3,7
QL/Q	%	10,2	5,4
Zmniejszenie kosztów ogrzewania	%	11,3	–

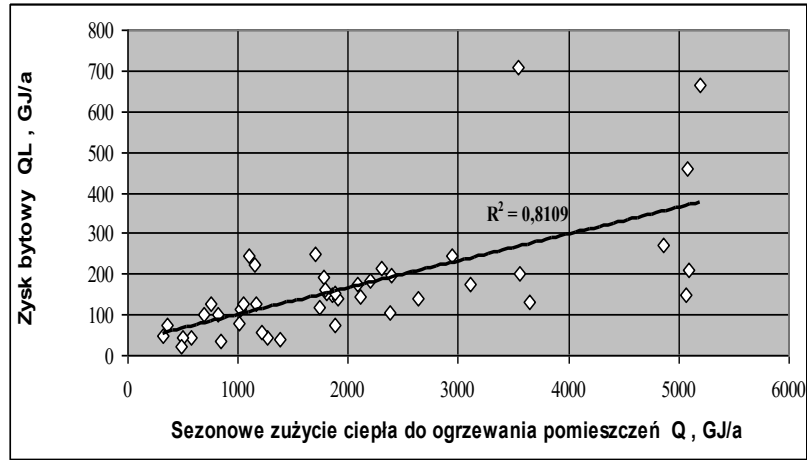
TABELA 5

**Wybrane miary opisu statystycznego wartości qL i QL dla wszystkich budynków szkół ogrzewanych zarówno z ciepłowni Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej jak i z kotłowni własnej**

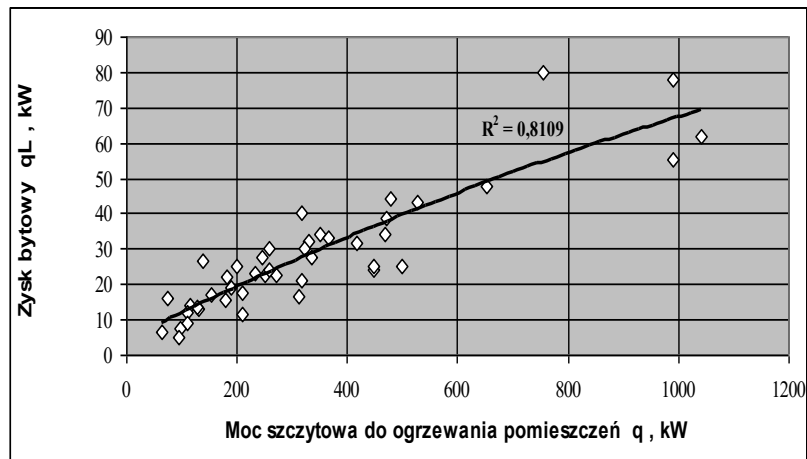
Wielkość	Jednostka	Wybrane miary opisu statystycznego	
		Średnia arytmetyczna	Odchylenie standardowe
qL	kW	27,5	16,0
QL	GJ/a	167,1	133,3
qL/q	%	9,5	3,3
QL/Q	%	9,2	4,9
Zmniejszenie kosztów ogrzewania	%	8,6	–

Dokonano analizy zależności pomiędzy rozpatrywanymi wartościami bytowych zysków ciepła QL i qL a sezonowym zużyciem ciepła do ogrzewania budynków

szkół. Zależności te przedstawiono na rys. 1 i 2. Dla wyznaczonych zależności oszacowano współczynnik determinacji.

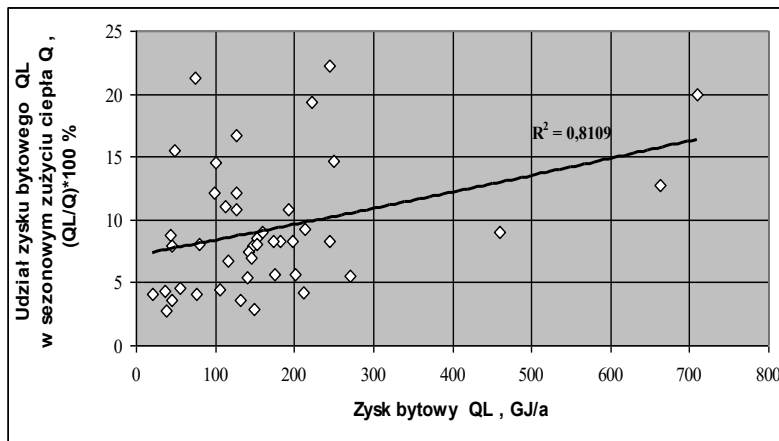


Rys. 1. Zysk bytowy ciepła QL w budynkach szkół o różnym sezonowym zużyciu ciepła Q do ogrzewania pomieszczeń

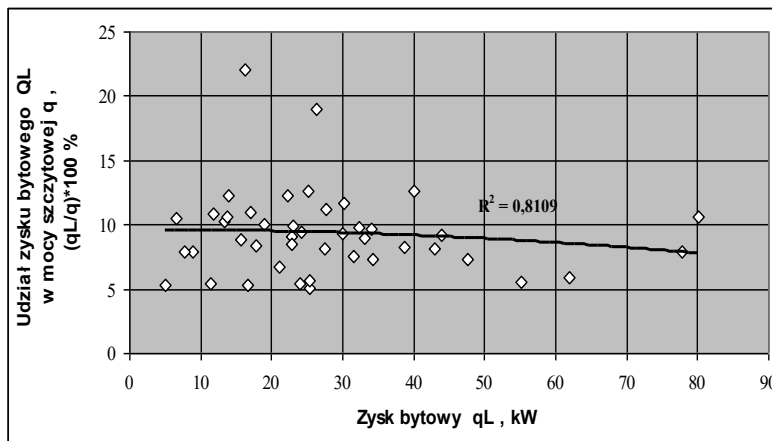


Rys. 2. Zysk bytowy ciepła qL w budynkach szkół o różnych wartościach obliczonej mocy szczytowej q

Na rys. 3 przedstawiono procentowy udział bytowego zysku ciepła w sezonowym zużyciu ciepła Q do ogrzewania budynków szkół o różnych wartościach zysku bytowego QL, a na rys. 4 procentowy udział bytowego zysku ciepła qL w mocy szczytowej q w budynkach szkół o różnych wartościach zysku bytowego qL.



Rys. 3. Udział zysku bytowego ciepła QL w sezonowym zużyciu ciepła Q w budynkach szkół o różnych wartościach zysku bytowego ciepła QL



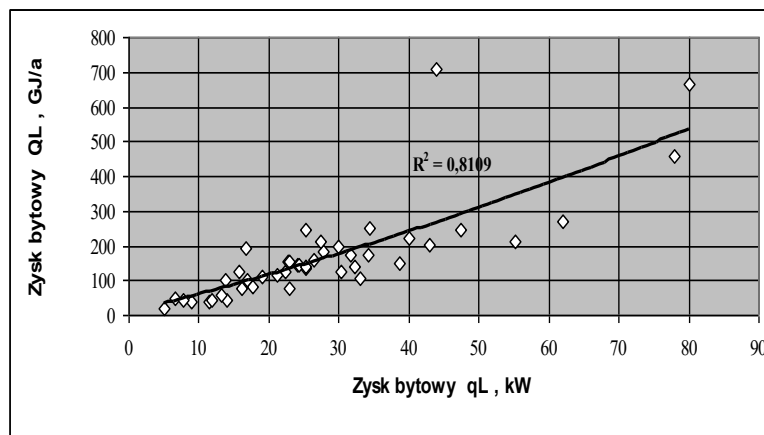
Rys. 4. Udział zysku bytowego ciepła qL w mocy szczytowej q w budynkach szkół o różnych wartościach zysku bytowego ciepła qL

Analizując wykresy na rys. 3 i 4 należy zauważyć, że procentowy udział zysku bytowego ciepła QL w sezonowym zużyciu ciepła Q na ogrzewanie szkół rośnie wraz ze wzrostem obliczonej wartości wspomnianego zysku ciepła. W przypadku zysku ciepła qL tendencja ta jest odwrotna, przy znacznym spłaszczeniu wykresu zależności. Wydaje się, że wytłumaczenia zaobserwowanej sytuacji należy poszukiwać w sposobie obliczania analizowanych bytowych zysków ciepła QL i qL (wzory 1 i 2). W pierwszym przypadku bytowy zysk ciepła od osób QL zależy w dużej mierze od czasu trwania zajęć lekcyjnych. W dużych szkołach z dużą liczbą uczniów zysk ten jest znaczny. Jednocześnie zajęcia lekcyjne trwają tam zazwyczaj dłużej niż w mniejszych szkołach i często odbywają się na dwie lub trzy zmiany. Tak więc na ilość ciepła pochodzącego od osób przebywających w określonym czasie

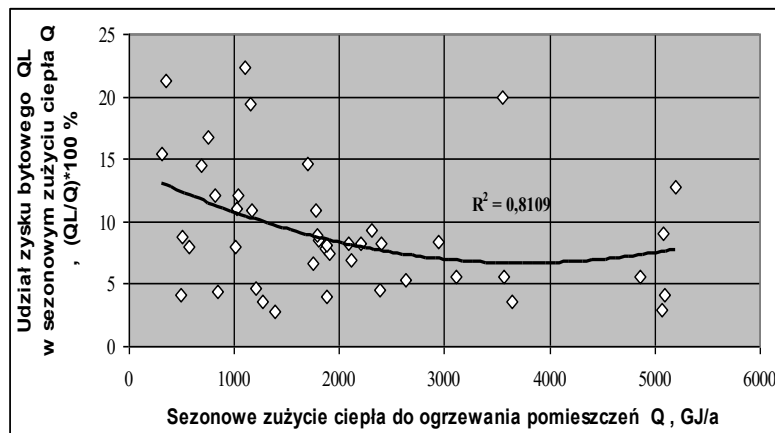


w szkole dominujący wpływ ma czas trwania zajęć lekcyjnych. Wpływ ten przeważa nad wpływem innego czynnika związanego jedynie z liczbą osób przebywających w pomieszczeniach szkolnych, na rozpatrywany zysk bytowy ciepła. Powoduje to zmianę ujemnej (malejącej) zależności pomiędzy procentowym udziałem zysku  $q_L$  w mocy szczytowej  $q$  a wartościami tejże mocy (rys. 4), na dodatnią (rosnącą) zależność pomiędzy procentowym udziałem zysku  $Q_L$  w sezonowym zużyciu ciepła  $Q$  na ogrzewanie (rys. 3) a tym zużyciem. Reasumując zależność przedstawiona na rys. 4 odnosząca się do wartości bytowego zysku ciepła  $q_L$  nie uwzględnia czasu trwania zajęć lekcyjnych w szkole, który jest uwzględniony w zależności dotyczącej zysku  $Q_L$  (rys. 3).

Na rys. 5 przedstawiono zależność pomiędzy bytowym zyskiem ciepła w mocy szczytowej do ogrzewania budynków szkół  $q_L$  a bytowym zyskiem ciepła w sezonowym zużyciu ciepła do ogrzewania pomieszczeń w budynkach.

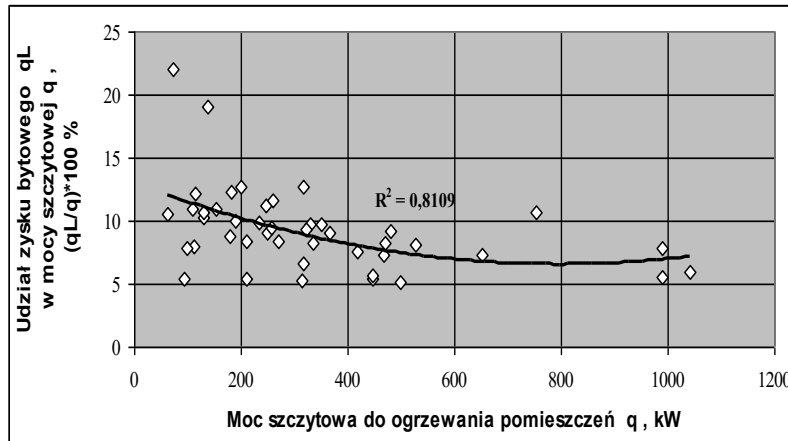


Rys. 5. Zysk bytowy ciepła  $Q_L$  w budynkach szkół o różnych wartościach  $q_L$



Rys. 6. Udział zysku bytowego ciepła  $Q_L$  w sezonowym zużyciu ciepła  $Q$  w budynkach szkół o różnych wartościach sezonowego zużycia ciepła do ogrzewania  $Q$

Na rys. 6. przedstawiono udział zysku bytowego ciepła QL w sezonowym zużyciu ciepła Q w budynkach szkół o różnych wartościach sezonowego zużycia ciepła do ogrzewania Q a na rys. 7 Udział zysku bytowego ciepła qL w mocy szczytowej q w budynkach szkół o różnych wartościach mocy szczytowej q.



Rys. 7. Udział zysku bytowego ciepła qL w mocy szczytowej q w budynkach szkół o różnych wartościach mocy szczytowej q

Analizując przedstawione na rys. 6 i 7 zależności zauważono, że procentowy udział zysku bytowego ciepła QL w zużyciu ciepła na ogrzewanie Q maleje wraz ze wzrostem zużycia ciepła Q do ogrzewania pomieszczeń (rys. 6), a więc praktycznie maleje wraz ze zwiększaniem się badanych obiektów. Jest to wzrost podobny do wzrostu zaobserwowanego w przypadku wartości zysku bytowego ciepła qL (rys. 7). Sytuacja ta została spowodowana mniejszym udziałem sal lekcyjnych w powierzchni ogrzewanej dużych budynków szkół i większą ich średnią powierzchnią użytkową. Z faktem tym związana jest mniejsza liczba osób przypadająca na 1 m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewanej obiektów o większej kubaturze oraz większych wartościach sezonowego zużycia ciepła Q na ogrzewanie i mocy szczytowej q. Stąd przebieg wykresów zależności przedstawionych na rys. 6 i 7.

## Podsumowanie i wnioski

Mając na uwadze niechęć Przedsiębiorstw Energetyki Ciepłej do obniżania mocy zamówionych dla budynków wprowadzono rozróżnienie pomiędzy bytowymi zyskami ciepła od osób. Wyróżniono dwa rodzaje bytowych zysków ciepła: bytowy zysk ciepła w mocy szczytowej do ogrzewania budynku qL oraz bytowy zysk ciepła w sezonowym zużyciu ciepła do ogrzewania pomieszczeń w budynku QL. Należy jednak podkreślić, że dla rzeczywistego zmniejszenia zużycia ciepła, niezależnie od źródła zasilającego w ciepło ogrzewany budynek, znaczenie ma jedynie bytowy zysk ciepła QL. Natomiast bytowy zysk qL może mieć tylko formalny

wpływ na zmniejszenie kosztów ogrzewania budynków szkół wyposażonych w licznik ciepła i rozliczanych przez Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej według taryfy składającej się z części stałej i zmiennej.

W czasie wizji lokalnych dokonywanych w budynkach szkół stwierdzono, że w żadnym z nich instalacja centralnego ogrzewania nie jest wyposażona w sprawnie działające zawory termostatyczne. Automatyka pogodowo-czasowa umożliwiająca regulację ogrzewania w zależności od zewnętrznych warunków atmosferycznych i pory doby istniała jedynie w kilku obiektach. Poprawność jej funkcjonowania była jednak wątpliwa, na co wskazywał niemal całkowity brak efektów występujących zazwyczaj przy prawidłowym funkcjonowaniu tego typu urządzeń. Mając na uwadze powyższe stwierdzono, że w analizowanych budynkach nie stworzono technicznych możliwości do wykorzystania bytowych zysków ciepła w celu zmniejszenia sezonowego zużycia ciepła na ogrzewanie pomieszczeń w budynkach i tym samym obniżenia kosztów ogrzewania, tak więc istnieją tam nadal niewykorzystane możliwości w tym zakresie.

Wspomniane powyżej rezerwy najlepiej charakteryzuje obliczony bytowy zysk ciepła od osób przebywających w pomieszczeniach szkół. Utrzymuje się on na średnim poziomie około 9%. Zysk ten w szkołach mających własną kotłownię jest zazwyczaj około 2-krotnie mniejszy od analogicznej wartości dla szkół zasilanych w ciepło przez Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej i rozliczanych za zużycie według wskazań licznika. Udział obliczonego zysku w sezonowym zużyciu ciepła na ogrzewanie obiektów z własnymi źródłami ciepła jest nieco większy i wynosi około 10%. Taka sytuacja jest w pełni zrozumiała uwzględniając znacznie większą średnią kubaturę budynków szkół ogrzewanych przez Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej i zazwyczaj mniejszy udział sal lekcyjnych w powierzchni użytkowej szkoły oraz przeciętnie nieco większą jej powierzchnię.

Realizując działania zmierzające do stworzenia warunków technicznych do wykorzystania bytowych zysków ciepła od przebywających w budynkach szkół osób w racjonalizacji zużycia ciepła do ogrzewania pomieszczeń można zaoszczędzić pewne kwoty w skali całej analizowanej miejskiej zbiorowości szkół. Kwota ta może ulec zwiększeniu po obniżeniu opłaty stałej zależnej od mocy szczytowej w budynkach, w którym ciepło do ogrzewania dostarczane jest przez Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej. Uzyskanie wspomnianych efektów finansowych wymaga podjęcia omawianych działań, którym towarzyszą stosunkowo nieduże nakłady i stosunkowo wysoka efektywność ekonomiczna zrealizowanych usprawnień systemu ogrzewania.

## Literatura

- [1] Lis P., Zużycie ciepła do ogrzewania w aspekcie eksploatacji budynków edukacyjnych, *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja R. XXXVII(434)*: 2006 nr 5, s. 18-21
- [2] Lis A., Possibilities of the reduction in the energy consumption of existing building complexes, Moskva MGAKHiS 2009
- [3] Košičanová D., Košičan M., Spotreba tepla v tehlovom bytovom dome v priebehu zatepľovania, *Správca bytových domov no. 2* (2008), p. 50-52

- [4] Vranay F., Vranayová Z., Heating for intelligent building - case study, In: Visnik nacional'noho universitetu Lvivska politechnika. no. 627 (2008), p. 226-231, ISSN 0321-0499

### **Streszczenie**

Wyposażenie systemu centralnego ogrzewania w automatykę regulacyjną umożliwia, dzięki wykorzystaniu bytowych zysków ciepła, uzyskanie oszczędności energetycznych i ekonomicznych w ogrzewaniu budynków. Zagadnienia te mogą mieć jeszcze większe znaczenie w budynkach oświatowych, w których przebywa znaczna ilość dzieci, a więc i potencjalny zysk bytowy ciepła od tych osób może być znaczny.

### **The assessment of the possibilities of reduction in the energy consumption for heating with the use of the metabolic gains from occupants in educational buildings**

#### **Abstract**

The paper presents the results of the analysis of the metabolic gains from occupants in educational buildings. The internal gains contribute to reducing the space heating requirements and heating cost. This problem is very important in educational building where metabolic gains may be quite high.