

EFEKTY RACJONALIZACJI ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO KOMPLEKSU BUDYNKÓW EDUKACYJNYCH

Piotr LIS*, Wojciech NOWAK**

* Politechnika Częstochowska, Katedra Ogrzewnictwa, Wentylacji i Ochrony Atmosfery
Ul. J. H. Dąbrowskiego 71, 42-200 Częstochowa, e-mail: annapiotr.lis@neostrada.pl

** Politechnika Częstochowska, Katedra Ogrzewnictwa, Wentylacji i Ochrony Atmosfery
Ul. J. H. Dąbrowskiego 71, 42-200 Częstochowa, e-mail: wnowak@is.pcz.czyst.pl

Streszczenie: Referat przedstawia założenia ekonomiczne i techniczne projektu racjonalizacji gospodarki ciepłem w obiektach Politechniki Częstochowskiej. Projekt obejmuje swoim zakresem źródła ciepła wykorzystywanego do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej, jego przesył i odbiorców, czyli wybrane obiekty Politechniki. Projekt ten jest realizowany.

Słowa kluczowe: zapotrzebowanie na ciepło, ogrzewanie pomieszczeń, zużycie ciepła, budynki edukacyjne.

1. WPROWADZENIE

Obiekty Politechniki Częstochowskiej będące przedmiotem prezentowanego projektu znajdują się na ograniczonym miejskim ciągiem komunikacyjnym terenie, wchodząc w skład miasteczka akademickiego. Są zasilane w ciepło do ogrzewania pomieszczeń i przygotowania ciepłej wody użytkowej z własnej ciepłowni i w pewnej części z ciepłowni przedsiębiorstwa energetyki ciepłej, znajdującej się w odległości kilkuset metrów od wspomnianego kompleksu budynków. Celem ogólnym podjętych prac była lokalna poprawa jakości powietrza atmosferycznego i zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych. Sformułowanie celu w przytoczonej formie wynikało w pewnej mierze z faktu finansowania przedsięwzięcia z funduszy związanych z ochroną środowiska naturalnego. Założony cel będzie osiągnięty dzięki zmniejszeniu zużycia ciepła do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej, modernizacji lokalnego źródła ciepła i przesyłu ciepła, wykorzystaniu kolektorów słonecznych dla wspomagania systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej. Projekt jest finansowany z kilku źródeł, w tym pozabudżetowych. Już przed przystąpieniem do jego realizacji konieczne były pewne zmiany w organizacji wykonania z uwagi na odmienną od zakładanej strukturę finansowania.

2. ZAŁOŻENIA PROJEKTU

Zakres rzeczowy projektu obejmuje:

- termomodernizację wybranych budynków edukacyjnych – ich kubatura wynosi 118777 m³ (umownie oznaczenia liczbowe tych budynków, stosowane w dalszej części na wykresach przedstawiono w tab.1.);
- modernizację lokalnej kotłowni – moc nowych kotłów 2,2 MW ;
- modernizację lokalnej sieci ciepłej – długość wymiennej sieci 1450 m;
- instalację kolektorów słonecznych - powierzchnia zainstalowanych kolektorów 336 m².

Projekt jest realizowany ze zmianami w stosunku do pierwotnie zakładanego finansowania w 85% z zewnętrznych krajowych i zagranicznych środków finansowych.

Tabela 1. Oznaczenie budynków.
Table 1. Symbol of buildings.

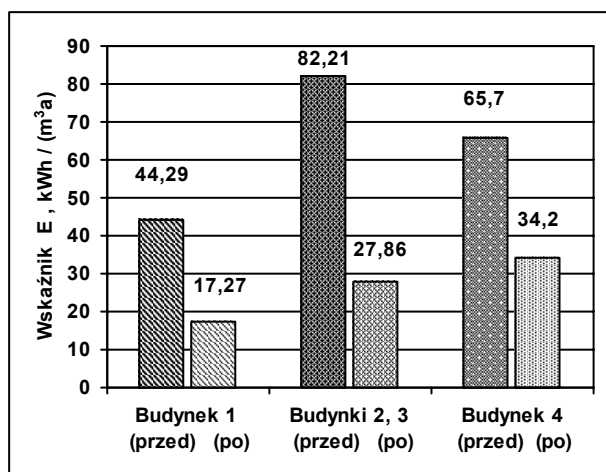
Budynki	Oznaczenie
Budynek główny (wybudowany ok. 1900 r.)	Budynek 1
Domy studenckie 11-kondygnacyjne (wybudowane w latach 70-tych, w technologii wielkopłytowej)	Budynki 2, 3
Dom studencki 3-kondygnacyjny (wybudowany w latach 50-tych, w technologii tradycyjnej z elementów drobnowymiarowych ceramicznych)	Budynek 4

3. TERMOMODERNIZACJA BUDYNKÓW

W zakresie rzeczowym projektu uwzględniono termomodernizację czterech budynków o łącznej kubaturze 118777 m³. Podjęte działania zakładają poprawę termoizolacyjności przegród zewnętrznych (docieplenie przegród i wymiana okien) oraz modernizację instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej wspomaganą instalacją kolektorów słonecznych. Efekty ilościowe poprawy współczynnika przenikania ciepła U przegród zewnętrznych były różne, z uwagi na istotne różnice w wieku obiektów i zastosowane rozwiązania materiałowo - konstrukcyjnych (tab.1, tab.2).

Tabela 2. Wartości współczynnika U.
Table 2. Values of U coefficient.

Rodzaj przegrody	U (przed termomodernizacją), W/(m ² K)	U (po termomodernizacji), W/(m ² K)
Ściany zewnętrzne	1,15-1,17	0,23-0,29
Stropodach	0,30-3,45	0,22-0,25
Podłoga na gruncie	2,00	0,28
Okna	1,30-5,10	1,10-1,30
Drzwi, bramy	1,30-2,60	1,10-1,30



Rys. 1. Wartości wskaźnika E, przed i po termomodernizacji
Fig. 1. Values of E index, before and after modernization.

Ograniczenie strat ciepła przez przegrody zewnętrzne w połączeniu z modernizacją instalacji pozwolą zmniejszyć zużycie ciepła do ogrzania jednostki kubatury modernizowanych budynków o około 2 do 3 razy (rys.1). Efekt energetyczny działań racjonalizujących zużycie ciepła w tych obiektach to 30-58% zmniejszenie zużycia w stosunku do stanu przed modernizacją (tab. 3).

Prosty czas zwrotu inwestycji wynosi w tym przypadku od 8,5 roku do ok. 10 lat i jest zadawalający w przypadku tego rodzaju przedsięwzięć inwestycyjnych (tab.3).

Tabela 3. Efekt racjonalizacji zużycia ciepła.
Table 3. Rationalization effect of heat consumption.

Budynki	Efekt energetyczny racjonalizacji zużycia ciepła, %	SPBT, lata
Budynek 1	58,0	8,5
Budynki 2, 3	30,5	9,5
Budynek 4	37,3	9,9

4. MODERNIZACJA LOKALNEJ KOTŁOWNI

Modernizacji poddano również lokalną kotłownię zasilającą w ciepło do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej część budynków Politechniki, w tym te obiekty, które nie były objęte termomodernizacją w ramach opisywanego projektu. Efekty wspomnianych prac dotyczą jednak całości systemu c.o. i c.w.u., a nie tylko obiektów poddanych termomodernizacji. Podstawowe efekty wymiany kotłów wraz z armaturą i urządzeniami towarzyszącymi przedstawiono w tab. 4.

Tabela 4. Efekty modernizacji lokalnej kotłowni. [1]
Table 4. Effects of local boiler plant modernization.

Wielkość	Przed modernizacją	Po modernizacji
Moc zainstalowana, kW	2 900	2 200
Rodzaj paliwa	miał węglowy	węgiel kam.
Typ kotłów	parowy, CR-2,5	wodny
Zapotrz. na moc cieplną, kW	2 423	1 843
Zapotrzebowanie na moc, własne źródła, kW	58	41
Straty mocy cieplnej, kW	320	65
Zapotrzeb. na ciepło, GJ/rok	21 197	17 020
Zapotrzebowanie na ciepło, własne źródła, GJ/rok	416	291
Straty przesyłania, GJ/rok	3 102	367
Ilość wytworzonego ciepła, GJ/rok	24 715	17 678
Sprawność eksploatacyjna, %	60	83
Zuż. energii pierwotnej, GJ/rok	41 192	19 920

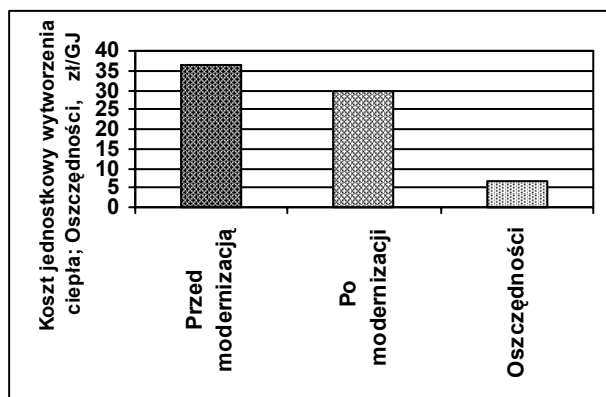
Wariant modernizacyjny kotłowni wybrano spośród trzech analizowanych wariantów, wymienionych w tab. 5. Wybrany wariant charakteryzuje się najmniejszym efektem energetycznym na poziomie 58%, ale jednocześnie

poniesione nakłady finansowe zwracają się w tym przypadku najszybciej. Opisana sytuacja jest wynikiem wzajemnego oddziaływania takich czynników jak wartości sprawności kotłów opalanych analizowanymi paliwami i ceny tychże paliw. Dla przykładu wysoka sprawność kotłów gazowych nie była w stanie skutecznie zrekompensować wysokiej ceny paliwa niezbędnego dla wytworzenia jednostki ciepła, co zaowocowało długim czasem zwrotu poniesionych nakładów SPBT. Ponadto nie bez znaczenia dla dokonanego wyboru są koszty transportu. Razem z pojawiającymi się problemami logistycznymi (intensywność transportu będąca funkcją zużycia i możliwości składowania) mają szczególnie duże znaczenie w przypadku wykorzystywania biomasy.

Tabela 5. Efekty modernizacji lokalnej kotłowni. [1]
Table 5. Effects of local boiler plant modernization.

Lp.	Opis	SPBT, lata	Efekt energo-tyczny, %
1.	Kotłownia na biomasę	14,7	75
2.	Kotłownia węglowa	12,1	58
3.	Kotłownia gazowa	43,9	85

W lokalnej kotłowni przewidywane jest zmniejszenie jednostkowych kosztów wytwarzania ciepła docelowo o 17,71% (rys. 2). Efekt ten zostanie osiągnięty przede wszystkim w wyniku już zrealizowanych i planowanych jeszcze do wykonania działań modernizacyjnych



Rys. 2. Koszt jednostkowy ciepła zł/GJ przed i po modernizacji lokalnej kotłowni.

Fig. 2. Unit heat cost, before and after modernization of local boiler plant.

5. MODERNIZACJA PRZESYŁU CIEPŁA

W zakresie rzeczowym realizowanego projektu przewidywana jest gruntowna modernizacja systemu przesyłu ciepła z lokalnej kotłowni do wybranych budynków.

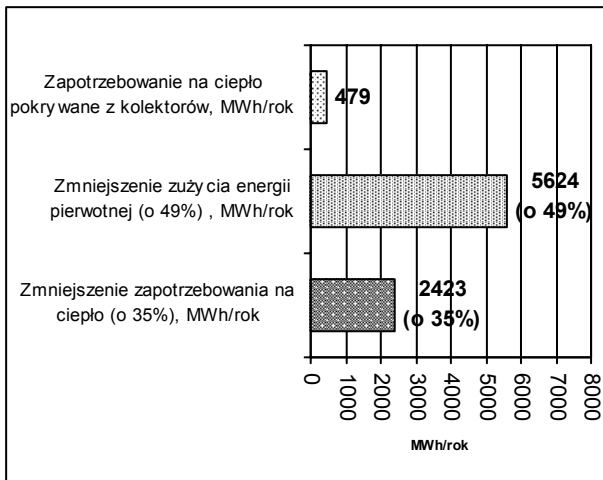
Tabela 6. Efekty modernizacji przesyłu ciepła. [1]
Table 6. Effects of heat transfer modernization.

Wielkości	Przed modernizacją	Po modernizacji
Ogólna długość sieci, m	1 786	1 786
Zakres średnic, mm	25-157	25-157
Temperatury obliczeniowe, °C	95/70	95/70
Przepływ nominalny, t/h	96	75
Straty mocy cieplnej w warunkach obliczeniowych, kW	320	65
Całkowite straty ciepła, GJ/rok	3 102	367
Całk. koszt dystrybucji, zł/rok	183 317	8 415
Efekt energo-tyczny, GJ/rok	2 735	
Efekt energo-tyczny, %	88	
Efekt ekonomiczny, zł/rok	174 902	
Efekt ekonomiczny, %	95	

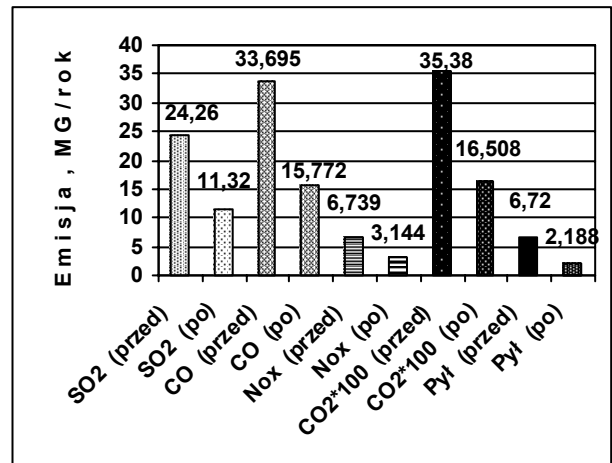
Prace będą realizowane w koordynacji z wymianą wewnętrznej instalacji c.o. i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Działania te mają dwa główne, uzupełniające się cele: zmniejszenie strat ciepła podczas jego przesyłu, zwiększenie szczelności przewodów, które w stanie przed ich wymianą stanowią znaczący powód ciągłego uzupełniania czynnika grzewczego. Efekty modernizacji przedstawiono w tab. 6. Jej realizacja pozwoli na ogromne zmniejszenie kosztów dystrybucji ciepła.

6. ŁĄCZNE EFEKTY DZIAŁAŃ MODERNIZACYJNYCH

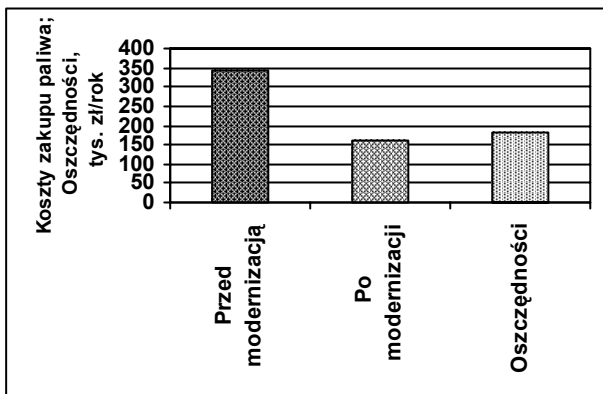
Po zrealizowaniu pełnego zakresu modernizacji, w szczególności termomodernizacji budynków, spodziewane jest zmniejszenie obecnego zużycia ciepła o około 35 % (rys.3). Zmniejszone zapotrzebowanie na ciepło budynków wraz z modernizacją kotłowni i przesyłu ciepła umożliwią obniżenie zużycia energii pierwotnej o 49% (rys.3). Fakt ten powoduje znaczne zmniejszenie kosztów zakupu paliwa niezbędnego dla wytworzenia żądanej ilości ciepła (rys.4). Przy modernizacji systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej planowana jest instalacja kolektorów słonecznych. Jednak ich rola w osiągnięciu opisywanych efektów modernizacyjnych jest niewielka (rys.3). Wykonanie wymienionych prac przyczyni się do obniżenia całkowitych kosztów wytwarzania ciepła o około 59%. Oszczędności uzyskane przy wytwarzaniu, przesyśle i wykorzystaniu ciepła umożliwią obniżenie rocznych kosztów eksploatacji obiektów i infrastruktury Politechniki (rys.5). Ponadto spowoduje to zmniejszenie lokalnej emisji zanieczyszczeń (rys.6), co jest jednym z głównych celów realizowanej inwestycji.



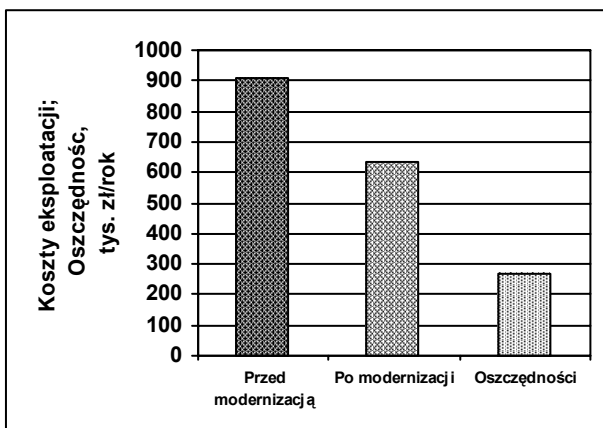
Rys. 3. Efekty modernizacji.
Fig. 3. Effects of modernization.



Rys. 6. Emisja zanieczyszczeń przed i po modernizacji.
Fig. 6. Emission before and after modernization.



Rys. 4. Koszt paliwa przed i po modernizacji.
Fig. 4. Fuel cost before and after modernization.



Rys. 5. Koszty eksploatacji przed i po modernizacji.
Fig. 5. Exploitation costs before and after modernization.

7. PODSUMOWANIE

Po zrealizowaniu działań wchodzących w skład opisywanego przedsięwzięcia inwestycyjnego spodziewane jest:

- zmniejszenie rocznej emisji do atmosfery substancji szkodliwych tj. SO₂, CO, CO₂, NO_x przeciętnie o 53% i pyłu o 67%. Efekt ten będzie możliwy do osiągnięcia pośrednio dzięki efektywniejszemu wykorzystaniu i wytwarzaniu ciepła, a bezpośrednio przez istotne zmniejszenie ilości spalanego paliwa;
- zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych ponoszonych przez Uczelnię o około 25%. Stanowi to kwotę ok. 260 tysięcy złotych oszczędności rocznie, a środki te mogą być wykorzystane inne ważne cele np. badania naukowe lub obsługę procesu dydaktycznego.

RATIONALIZATION EFFECTS OF HEAT CONSUMPTION IN EDUCATIONAL BUILDINGS COMPLEX

Summary: This paper presented economical and technical guidelines of rationalization project the heat management in University of Technology buildings in Czestochowa. The project include heat production, heat sending and heat consumption for heating and heat water in selected educational buildings. This project is executing.

Literatura

[1] Sekret R., Lis P., Nowak W. Efektywność energetyczna, ekonomiczna i ekologiczna racjonalizacji gospodarki ciepłem w obiektach Politechniki Częstochowskiej Materiały Konferencji „Zaopatrzenie w energię gminy – nowoczesne technologie produkcji energii z węgla i biomasy dla ciepłownictwa i indywidualnego ogrzewnictwa” Częstochowa 30.06.2006. Drukarnia Kwant Tychy, s. 22-23