

MARZENA NADOLNA \*

## WERYFIKACJA EFEKTÓW TERMOMODERNIZACJI BUDYNKU UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ

### *Streszczenie*

*Proces termomodernizacji budynku poprzedzony jest opracowaniem audytu energetycznego wskazującego najbardziej optymalne rozwiązanie, przy którym osiągnięte zostaną określone efekty energetyczne i ekologiczne. Na podstawie określonych efektów inwestor może starać się o dofinansowanie inwestycji z funduszy strukturalnych UE. Po zakończeniu prac związanych z termomodernizacją budynku przeprowadzono analizę efektów i porównano je z założonymi.*

Słowa kluczowe: termomodernizacja, audyt energetyczny, emisja zanieczyszczeń

### WSTĘP

Termomodernizacja budynku to zespół przedsięwzięć mających na celu poprawę efektywności energetycznej obiektu. Głównym celem termomodernizacji jest zmniejszenie kosztów ponoszonych na ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody użytkowej. Zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło wpływa na zmniejszenie ilości zużywanego paliwa, co ma korzystny wpływ na ochronę środowiska naturalnego poprzez zmniejszenie emisji zanieczyszczeń. Usprawnienia termomodernizacyjne dotyczą głównie starszych budynków. Dlatego dodatkową korzyścią tego typu przedsięwzięć jest poprawa estetyki zewnętrznej obiektu, która poprzez działania związane z ociepleniem ścian zewnętrznych, wymianę starych zniszczonych okien, zyskuje na atrakcyjności.

Aby główny cel termomodernizacji został osiągnięty przeprowadza się tylko inwestycje ekonomicznie opłacalne, które mają największy wpływ na zmniejszenie strat ciepła i poprawę efektywności energetycznej budynku. Dlatego przed rozpoczęciem prac termomodernizacyjnych konieczne jest przeprowadzenie audytu energetycznego, którego zadaniem jest wskazanie najbardziej optymalnych rozwiązań – zarówno pod względem oszczędności energii, jak

---

\* Uniwersytet Zielonogórski; Instytut Inżynierii Środowiska

i kosztów termomodernizacji. W ramach audytu energetycznego przeprowadza się działania mające na celu ocenę stanu istniejącego i przegląd możliwych do wykonania usprawnień oraz analizę efektywności ekonomicznej modernizacji. Informacje uzyskane w ramach audytu pozwalają określić możliwe metody oraz wskazać tę najbardziej optymalną.

Na zmiany rynku energii w Polsce dużą rolę odgrywa członkostwo w Unii Europejskiej. Zasadniczo, regulacje krajowe mają swoje podłoże w przyjętych dokumentach strategicznych, określających oczekiwania rozwojowe na rynku energii [Paska i Surma 2014]. Jednak członkostwo w Unii Europejskiej daje również wiele możliwości m.in. korzystanie z funduszy strukturalnych, których zadaniem jest wspieranie restrukturyzacji i modernizacji gospodarek krajów UE. Pozyskanie środków na współfinansowanie remontu budynków dają takie programy jak np. Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego, Europejski Fundusz Społeczny. Funkcje tych programów związane są z rozwojem regionalnym i lokalnym, zwiększeniem konkurencji przedsiębiorstw i poprawą warunków bytowych [Kundera i Szmyt 2008]. Można uzyskać dofinansowanie do remontu budynków użyteczności publicznej, przemysłowych oraz mieszkalnych. Ubieganie się o środki następuje w drodze konkursu wniosków, które powinny być opracowane według określonych zasad, a oceniane są zgodnie z określonymi kryteriami. W przypadku współfinansowania termomodernizacji budynku z funduszy strukturalnych zasadą jest, że najpierw należy ponieść koszty, a następnie można ubiegać się o ich refundację, pod warunkiem, że są to koszty kwalifikowane, czyli związane z realizacją projektu w ramach konkretnego programu operacyjnego. Wydatki kwalifikowane określone są zgodnie z zasadami dotyczącymi danego funduszu strukturalnego oraz zasadami określonymi w wytycznych instytucji zarządzającej danym programem operacyjnym. Dlatego nie jest możliwe stworzenie zamkniętego katalogu kosztów kwalifikowanych. Uzyskanie pomocy unijnej wiąże się z osiągnięciem pewnych określonych we wniosku celów/efektów/rezultatów. Np. celem projektu polegającego na modernizacji źródła ciepła w budynku, może być zmniejszenie emisji zanieczyszczeń do atmosfery.

W 2009 roku przeprowadzono prace związane z termomodernizacją budynku użyteczności publicznej położonego w miejscowości Szprotawa w województwie lubuskim. Budynek znajduje się w strefie konserwatorskiej. Wykonany jest w technologii tradycyjnej i powstał w latach trzydziestych ubiegłego wieku. Współczynniki przenikania ciepła dla wszystkich przegród zewnętrznych nie spełniały wymagań określonych Ustawą [Dz.U. 2008 nr 201 poz. 1238]. Kubatura części ogrzewanej budynku wynosi 19 005 m<sup>3</sup>. Przed termomodernizacją ogrzewanie budynku odbywało się z własnej kotłowni na paliwo stałe (koks). W kotłowni zainstalowane były dwa kotły żeliwne wodne typu Eco IVA każdy o znamionowej mocy cieplnej 296 kW. Łączna znamionowa moc kotłowni wynosiła 592 kW. Na potrzeby grzewcze budynku roczne zużycie

paliwa wynosiło ok 200 ton koksu w zależności od długości sezonu grzewczego. W budynku wykonana była instalacja centralnego ogrzewania wodnego systemu grawitacyjnego z rozdzielaczem górnym o temperaturze wody grzejnej 90/70°C. Instalacja c.o. pochodząca z czasów przed rokiem 1945 wykonana była z rur stalowych czarnych ze szwem o połączeniach spawanych. Jako elementy grzejne zastosowane były grzejniki żeliwne typu S130, T1, oraz pionowe odpowiedniki typu H w wielkości 1 i 4. Instalacja nigdy nie była czyszczona i jej stan ogólny oceniono na zły. W związku z nieszczelnymi oknami i zanieczyszczoną instalacją grzewczą w wielu pomieszczeniach obserwowano nadmierne wychłodzenie.

Ciepła woda użytkowa przygotowywana była lokalnie w pojemnościowych podgrzewaczach elektrycznych.

Prace termomodernizacyjne poprzedzone zostały wykonaniem audytu energetycznego, w którym przeanalizowano i wskazano najbardziej optymalne rozwiązania zarówno pod względem oszczędności energii jak i kosztów termomodernizacji. W zakres prac termomodernizacyjnych wchodziło docieplenie stropodachów, wymiana starych i nieszczelnych okien i drzwi zewnętrznych, modernizacja systemu grzewczego oraz wymiana kotła na paliwo stałe na wysoko sprawny kocioł gazowy. Według audytu energetycznego w wyniku przeprowadzonych robót termomodernizacyjnych oszczędność energii na potrzeby grzewcze budynku powinny wynieść 75%. Zgodnie z zaleceniami inwestora audyt energetyczny nie uwzględniał robót związanych z modernizacją instalacji ciepłej wody użytkowej (ciepła woda podgrzewana była w lokalnych pojemnościowych podgrzewaczach elektrycznych). Na etapie projektowym, w związku z modernizacją kotłowni inwestor bez konsultacji z audytorem podjął decyzję centralnego przygotowania ciepłej wody użytkowej i doprowadzenia jej do pomieszczeń szatni, umywalni i pomieszczenia przepierek. Modernizacja instalacji ciepłej wody polegała na wykonaniu nowej instalacji wody ciepłej i cyrkulacyjnej oraz na centralnym podgrzewie wody w wymienniku zlokalizowanym w kotłowni i zasilanym w ciepło z nowoprojektowanego kotła gazowego i kolektorów słonecznych zamontowanych na dachu budynku. Zaplanowane prace termomodernizacyjne oraz montaż nowej instalacji ciepłej wody z kolektorami słonecznymi przeprowadzone zostały w październiku 2009 roku.

Korzystając z możliwości, jakie daje Polsce członkostwo w Unii Europejskiej inwestor wystąpił z wnioskiem o współfinansowanie prowadzonych robót termomodernizacyjnych w ramach Lubuskiego Regionalnego Programu Operacyjnego. Uzyskanie pomocy unijnej wiązało się z osiągnięciem określonych we wniosku efektów rzeczowych i ekologicznych polegających na 75% zmniejszeniu zapotrzebowania na energię oraz zmniejszenie emisji zanieczyszczeń. Wniosek efektów rzeczowych i ekologicznych opracowany został na podstawie opracowanego wcześniej audytu energetycznego. Najprostszą metodą weryfikacji efektów przeprowadzonych robót jest porównanie ilości zużywanego paliwa

przed i po termomodernizacji. Przed termomodernizacją w zależności od długości sezonu grzewczego na potrzeby grzewcze budynku spalano ok 200 ton koksu rocznie. Wartość opałowa spalanego koksu wynosiła 29 MJ/kg. Po termomodernizacji w wyniku wymiany kotła na paliwo stałe na wysokosprawny kocioł gazowy używany był gaz ziemny o wartości opałowej 27 MJ/m<sup>3</sup>. W tabeli 1 przedstawiono zużycie paliwa wg faktur za dostawę, średnią wartość temperatury zewnętrznej oraz liczbę stopniodni (obliczoną wg Dz.U. 2009 Nr 43 poz. 346) w analizowanych sezonach grzewczych obliczoną na podstawie danych temperaturowych zamieszczonych na stronie <http://www.ekologia.pl/pogoda/polska/>. Dla porównania przedstawiono średnią wartość temperatury zewnętrznej oraz liczbę stopniodni podaną w wycofanej w 2009 roku normie PN-B-02025. Opracowany w 2008 roku audyt energetyczny sporządzony został z uwzględnieniem wyżej wymienionej normy.

Tab. 1. Zestawienie zużycia gazu w latach 2009÷2014

Tab. 1. Summary of gas consumption 2009÷2014

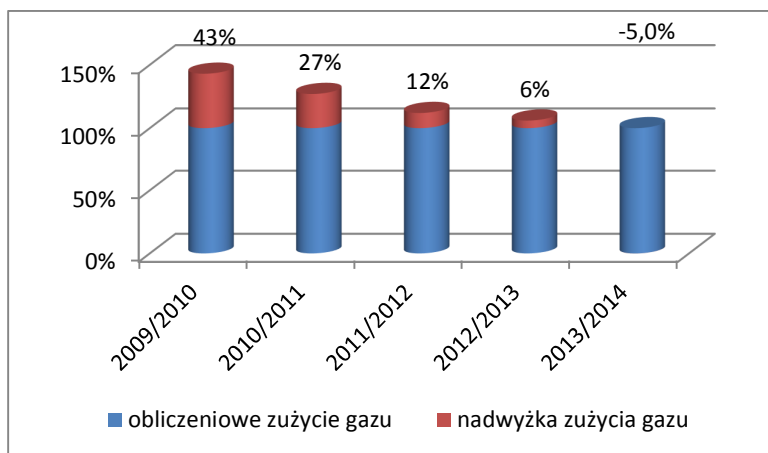
		Przed termomodernizacją	Po termomodernizacji – sezon grzewczy				
			2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
Roczna ilość zużywanego paliwa	koks [ton]	200	-	-	-	-	-
	gaz [m <sup>3</sup> ]	-	73 174	64 973	57 158	54 093	48 591
Średnia wartość temperatury zewnętrznej [°C]		6,32*	4,85	6,37	7,72	6,69	9,04
Liczba stopniodni S <sub>d</sub>		3 760*	3 586	3 700	3 501	3 886	3 179

\* wg PN-B-02025 (acc. to PN-B-02025)

Sezon grzewczy 2009/2010 był pierwszym sezonem rozliczeniowym sprawdzanym pod względem spełnienia wymogów określonych we wniosku. Rozpoczęcie sezonu ze względu na termin zakończenia robót termomodernizacyjnych odnotowano na dzień 21 października 2009 r. Budynek był mocno wychłodzony i w pierwszych tygodniach pracy kotłownia działała prawie bez przerw przy pełnym obciążeniu. Średnia wartość temperatury tego sezonu grzewczego była wyjątkowo niska i wynosiła zaledwie 4,85°C. Pośpiech w zakończeniu prac modernizacji kotłowni oraz wykonania instalacji centralnego ogrzewania spowodował, że prawidłowe wyregulowanie instalacji nastąpiło dopiero pod koniec 2010 roku, co mocno wpłynęło na zużycie gazu w pierwszym miesiącu następnego sezonu grzewczego 2010/2011.

Na rysunku 1 przedstawiono procentowe zużycie gazu obliczone w stosunku do obliczeniowego zużycia przy założeniu 75% zmniejszeniu zapotrzebowania na energię grzewczą. Zarówno pierwszy jak i drugi sezon grzewczy nie spełniał

zakładanych efektów termomodernizacji. Zużycie gazu w pierwszym analizowanym sezonie grzewczym (2009/2010) było prawie półtora razy większe od zużycia obliczeniowego. W drugim okresie grzewczym 2010/2011 r. rzeczywiste zużycie gazu stanowiło już 127% zużycia obliczeniowego. Dopiero w następnych sezonach grzewczych, po dokładnym wyregulowaniu instalacji grzewczej zużycie gazu było zbliżone do zużycia obliczeniowego i można było przyjąć, że zakładany efekt termomodernizacji został osiągnięty.



Rys. 1. Procentowe zużycie gazu ziemnego w latach 2009÷2014

Fig. 1. Percentage of the natural gas consumption 2009÷2014

Sezon grzewczy 2013/2014 r. był wyjątkowo korzystny, jeśli chodzi o zużycie gazu. Temperatury zewnętrzne były wysokie, średnia wartość temperatury zewnętrznej tego sezonu grzewczego wyniosła  $9,04^{\circ}\text{C}$ , a liczba stopniodni  $S_d$  wyniosła zaledwie 3179. Zużycie gazu w tym sezonie grzewczym było o 5,0% mniejsze od zużycia obliczeniowego. Różne roczne zużycia gazu do ogrzewania uzależnione są od liczby stopniodni grzania. Liczba stopniodni jest dobrym narzędziem do przewidywania ilości zużywanego gazu na cele grzewcze. Jednak dla prawidłowej weryfikacji efektów termomodernizacji powinna być wyznaczana corocznie. Znajomość zużycia energii (gazu) na stopniodzień grzania pozwala obiektywnie badać trendy zmian zużycia energii spowodowanych termomodernizacjami budynków oraz poprawą sprawności kotłów i podgrzewaczy wody [Dopke 2006]. W analizowanym budynku duży wpływ na różnicę rzeczywistego i obliczeniowego rocznego zużycia gazu przedstawionego we wniosku o dofinansowanie miał fakt opracowania wniosku na podstawie audytu energetycznego, który nie zakładał modernizacji instalacji ciepłej wody użytkowej. Centralne przygotowanie ciepłej wody przy wykorzystaniu kolektorów

słonecznych i kotła gazowego wpływa na dodatkowy pobór gazu, który nie został uwzględniony w obliczeniach audytu. O zużyciu gazu na potrzeby przygotowania ciepłej wody świadczy zarejestrowany pobór gazu w miesiącach letnich (lipiec, sierpień), poza sezonem grzewczym, który w badanym okresie rozliczeniowym 2010÷2014 r. wahał się od 16 do 310 m<sup>3</sup>/m-c.

Głównym efektem termomodernizacji określonym we wniosku o dofinansowanie było zmniejszenie emisji zanieczyszczeń. Obliczenia emisji zanieczyszczeń do atmosfery wykonano na podstawie wytycznych opracowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Energią [IOŚ-PIB 2013]. W wytycznych określono sposób obliczania wskaźników oraz przedstawiono wskaźniki emisji dla wybranych substancji w zależności od rodzaju spalanej paliwa. Wielkości emisji są uzależnione od rodzaju paliwa, wielkości zużycia paliwa, parametrów paliwa; wartości opałowej, zawartości popiołu, zawartości siarki oraz sprawności zastosowanego urządzenia redukcyjnego.

Emisję substancji, wyrażoną w kilogramach [kg] oblicza się ze wzoru:

$$E = B \cdot W \quad (1)$$

gdzie:

*B* – zużycie paliwa; w przypadku paliw stałych oraz ciekłych, wyrażone w megagramach [Mg], w przypadku paliw gazowych, wyrażone w tysiącach metrów sześciennych [tys. m<sup>3</sup>];

*W* – wskaźnik emisji wyrażony w gramach na jednostkę zużytego paliwa.

Przed termomodernizacją ogrzewanie budynku odbywało się z własnej kotłowni na paliwo stałe – koks. Po termomodernizacji w wyniku wymiany kotła na paliwo stałe na wysokosprawny kocioł gazowy, jako paliwo stosowany jest gaz ziemny Lw (Gz-41,5).

Na podstawie faktur za zakup paliwa obliczono emisję zanieczyszczeń w poszczególnych sezonach grzewczych, wyniki obliczeń przedstawiono w tab. 2.

Obliczenia emisji zanieczyszczeń przed i po termomodernizacji posłużyły do obliczenia efektu ekologicznego na podstawie, którego opracowane zostały procentowe wskaźniki redukcji zanieczyszczeń w poszczególnych sezonach grzewczych (tab. 3). Drukiem wytłuszczonym zaznaczone zostały wielkości, które nie spełniły zakładanych we wniosku o dofinansowanie parametrów.

Obliczenia efektu ekologicznego termomodernizacji oraz określenie stopnia redukcji zanieczyszczeń na etapie przygotowania wniosku wykonane zostały na podstawie obowiązujących wtedy materiałów informacyjno-instrukcyjnych Ministerstwa Ochrony Środowiska [MOŚ, ZNiL.1996]. Przedstawione w materiałach wskaźniki emisji zanieczyszczeń różnią się od obecnie obowiązujących wskaźników podawanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami [IOŚ-PIB 2013]. Dlatego w trzecim i czwartym sezonie grzewczym pomimo zmniejszenia zużycia gazu deklarowana redukcja tlenków azotu (NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub>) nie została osiągnięta. Natomiast redukcja emisji pyłów zawieszonych (TSP) jest spełniona nawet przy zwiększonym poborze gazu w dwóch

pierwszych sezonach grzewczych. Różnice w obliczeniach wskaźników emisji zanieczyszczeń przedstawione zostały w tabeli 4.

Tab. 2. Emisja zanieczyszczeń w sezonach grzewczych 2009÷2014 r.

Tab. 2. Emission of contamination during the heating seasons 2009÷2014

Zanieczyszczenia	Emisja zanieczyszczeń przed termomodernizacją [kg]	Emisja zanieczyszczeń w sezonie grzewczym [kg]				
		2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
Tlenki siarki (SO <sub>x</sub> /SO <sub>2</sub> )	19,20	2,94	2,61	2,29	2,19	1,95
Tlenki azotu (NO <sub>x</sub> /NO <sub>2</sub> )	200,00	111,89	99,28	86,93	83,37	74,23
Tlenek węgla (CO)	5000,00	22,08	19,60	17,16	16,45	14,65
Dwutlenek węgla (CO <sub>2</sub> )	472000	147222	130634	114382	109694	97670
Pył zawieszony całkowity (TSP)	24,00	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02
Benzo(a)piren	0,02	Nie dotyczy				

Tab. 3. Procentowa redukcja zanieczyszczeń w sezonach grzewczych 2009÷2014 r.

Tab. 3. Percentage reduction of pollutants during the heating seasons 2009÷2014.

Zanieczyszczenia	Zakładana redukcja zanieczyszczeń [%]	Procentowa redukcja zanieczyszczeń w sezonie grzewczym [%]				
		2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
Tlenki siarki (SO <sub>x</sub> /SO <sub>2</sub> )	86,3	<b>84,7</b>	86,4	88,1	88,6	89,8
Tlenki azotu (NO <sub>x</sub> /NO <sub>2</sub> )	72,3	<b>62,7</b>	<b>66,9</b>	<b>71,0</b>	<b>72,2</b>	75,3
Tlenek węgla (CO)	99,6	<b>99,5</b>	99,6	99,7	99,7	99,7
Dwutlenek węgla (CO <sub>2</sub> )	73,5	<b>69,3</b>	<b>72,8</b>	76,2	77,1	79,7
Pył zawieszony całkowity (TSP)	98,3	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9

Tab. 4. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń wg wytycznych z 1996 r. i 2013 r.  
 Tab. 4. The indicators of emissions according to the guidelines from the years 1996 and 2013.

Zanieczyszczenia	Koks			Gaz ziemny		
	Jednostka	Wskaźniki wg wytycznych 1996	Wskaźniki wg wytycznych 2013	Jednostka wskaźnika	Wskaźniki wg wytycznych 1996	Wskaźniki wg wytycznych 2013
Tlenki siarki (SO <sub>x</sub> /SO <sub>2</sub> )	g/Mg	16 000*s	16 000*s	g/m <sup>3</sup>	0,0014*s	0,002*s
Tlenki azotu (NO <sub>x</sub> /NO <sub>2</sub> )		1 500	500		3,36	1,52
Tlenek węgla (CO)		25 000	25 000		0,19	0,3
Dwutlenek węgla (CO <sub>2</sub> )		2 400 000	2 360 000		1 375	2 000
Pył zawieszony całkowity (TSP)		1 500*A'	1 000*A'		0,0085	0,0005
Benzo(a)piren		-	0,1		-	-

#### PODSUMOWANIE

- Termomodernizacja budynku powinna być poprzedzona opracowaniem audytu energetycznego wskazującego najbardziej optymalne rozwiązanie zarówno pod względem oszczędności energii jak i kosztów termomodernizacji. Metodyka obliczeń audytów energetycznych pozwala dokładnie określić oszczędności i efekty planowanej inwestycji. Dlatego wszelkiego rodzaju zmiany wprowadzane na etapie projektowania lub wykonawstwa mogą wpływać na wyliczone w audycie efekty. Korzystne jest zaktualizowanie audytu po zakończonym procesie projektowania i kosztorysowania poszczególnych elementów inwestycji (docieplenie przegród zewnętrznych, wymianę okien, projektu kotłowni, instalacji c.o. itp.). Dopiero na podstawie zaktualizowanego audytu właściwe jest opracowanie wniosku o dofinansowanie. Uniknie się wtedy błędów związanych z przyjętymi w audycie wskaźnikowymi cenami robót i materiałów, powierzchniami przegród zewnętrznych – często w audycie, obliczanych na podstawie szkiecowych inwentaryzacji oraz wyliczonych na tej podstawie efektów.
- Termomodernizacja budynku pozwala ograniczyć straty ciepła, co korzystnie wpływa na zmniejszenie zapotrzebowania na paliwa opałowe. Zmniej-



szenie zużycia paliw ogranicza emisję zanieczyszczeń wprowadzanych do powietrza.

- Do weryfikacji efektów termomodernizacji konieczne jest zakończenie całej inwestycji. Niedokończona inwestycja np. niewyregulowana praca instalacji c.o. lub kotłowni może znacząco wpłynąć na ilość zużywanego paliwa.
- Weryfikacja efektów termomodernizacji na podstawie faktur za zakup paliwa jest metodą prostą i wiarygodną. Jednak dokładne określenie efektów powinno uwzględniać wpływ wartości liczby stopniodni  $S_d$  charakteryzującej badany sezon grzewczy. Wielkość liczby stopniodni  $S_d$  wpływa na wielkość rocznego zapotrzebowania na ciepło a tym samym na wielkość zużycia paliwa.

#### LITERATURA

1. DOPKE J., 2006. Zależność zużycia gazu ziemnego w gospodarstwach domowych od liczby stopniodni grzania. Rynek Energii - 5.
2. DOPKE J., 2013. Różnice w zużyciu energii na ogrzewanie budynków w wybranych polskich miastach w sezonie grzewczym 2012/2013 r. <http://www.info-ogrzewanie.pl>
3. KUNDERA J., SZMYT W., 2008. Leksykon polityki regionalnej Unii Europejskiej, Oficyna Wolters Kluwer Polska Sp. z o.o. Kraków.
4. PASKA J., SURMA T., 2014. Wyzwania dla Polski w świetle nowej polityki energetycznej Unii Europejskiej. Rynek Energii - 4.
5. Dz.U. 2008 nr 201 poz. 1238 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
6. Dz. U. 2009 nr 43 poz. 346 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
7. PN-B-02025:2001 Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego – norma wycofana.
8. IOŚ-PIB, 2013. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw – kotły o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW, Warszawa.
9. Materiały informacyjno-instruktażowe. Wskaźniki emisji substancji zanieczyszczających wprowadzanych do powietrza z procesów energetycznego spalania paliw. Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. Warszawa, kwiecień 1996 r.
10. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw – kotły o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW – IOŚ-PIB, Warszawa, styczeń 2013 r.

## **THE EFFECTS OF PUBLIC BUILDING THERMOMODERNIZATION PROCESSES**

### *S u m m a r y*

*The process of thermomodernization is preceded by the development of an energy audit indicating the most optimal solution, which will be achieved by certain amount of energy and environmental effects. Based on the specific effects the investor can apply for funding of structural investment funds from EU. After completion of the work associated with the thermal efficiency of the building were analyzed and compared the effects with guidelines.*

Key words: thermomodernization, energy audit, emissions