

ADAM TURECKI*

METODA KALKULACJI ZUŻYCIA ENERGII
DO OGRZEWANIA ZABUDOWY MIEJSKIEJ
BAZUJĄCA NA KOMPUTEROWYM PROGRAMIE
DO AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKÓWCALCULATION METHOD OF TOWN ENERGY
CONSUMPTION CARRIED OUT BY BUILDING ENERGY
AUDIT SOFTWARE

Streszczenie

W artykule przedstawiono metodę wykorzystania komputerowego programu do sporządzania audytu energetycznego budynków do kalkulacji energii do ogrzewania zabudowy miejskiej. Jej celem jest optymalizacja decyzji projektowych w tworzeniu oszczędnego miasta. Wskazane byłoby wprowadzenie nowego kryterium urbanistycznego o istotnym aspekcie socjalnym – osobowego wskaźnika sezonowego zapotrzebowania na energię – E_o [kWh/osobę-rok].

Słowa kluczowe: energooszczędność, audyt energetyczny, skala urbanistyczna

Abstract

The paper summarizes the method of application of the software for building energy audit used to calculate energy consumption for heating urban areas. Such a method could improve designing efficient city. It may be useful to introduce a new criteria – personal factor of annual energy demand – E_o [kWh/p*a].

Keywords: energy efficiency, audit, urban scale

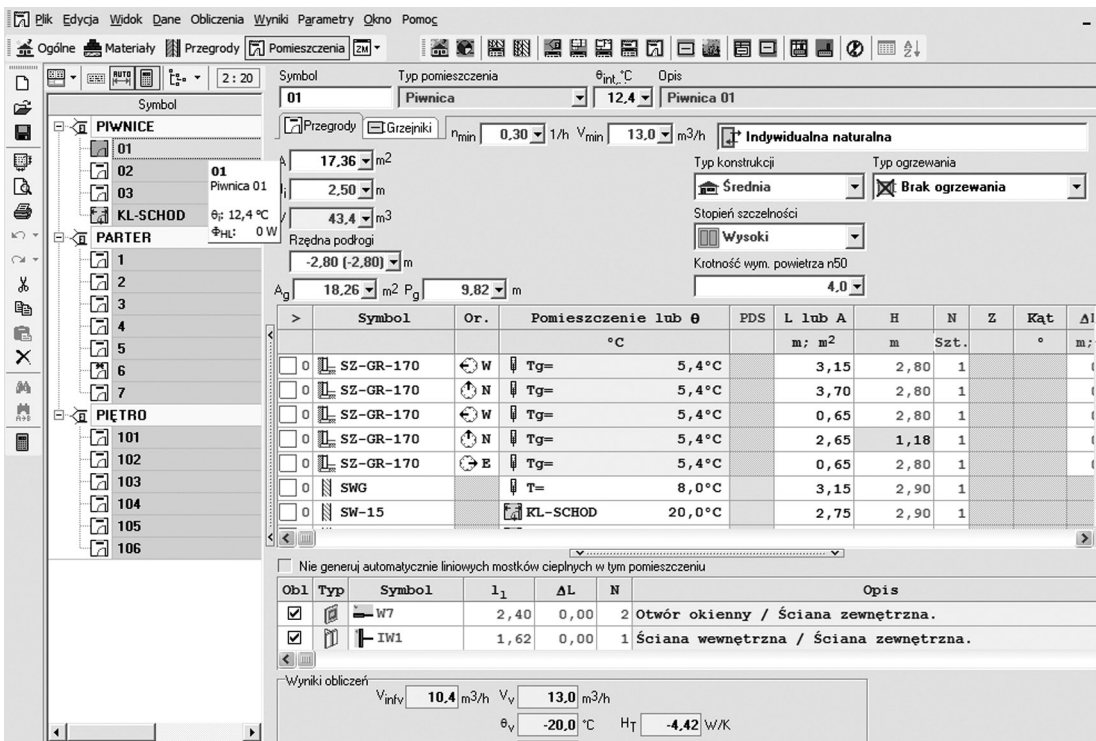
* Dr arch. Adam Turecki, Wydział Architektury, Politechnika Białostocka.

Oznaczenia

- Q_h – roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania [GJ/rok], [kWh/rok]
 EV – wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło [kWh/m²·rok]
 postulowany, nowy wskaźnik
 E_o – wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na energię [kWh/osobę·rok]

1. Wstęp

Prognozy ONZ przewidują, że w 2030 roku ponad 60% ludności świata będzie mieszkać w miastach. Już obecnie w Polsce budynki zużywają około 40% energii. Powyższe informacje wskazują na rosnące znaczenie energooszczędności budynków – istotnej cechy oszczędnego miasta – tematu obecnej konferencji. Energooszczędność budynków jest priorytetem współczesnych strategii, dyrektyw, ustaw i norm. Musimy jednak założyć, że nawet zbudowane z energooszczędnych budynków miasto jako całość nie musi być energooszczędne. Koniecznością jest stworzenie analogicznych reguł i zasad dla skali urbanistycznej. Tworzywem zespołów urbanistycznych są budynki. Istnieje wiele programów komputerowych analizujących ich energetyczną efektywność. Opisana poniżej metoda, wykorzystująca polski program „Audytor” firmy Sankom, jest wstępną próbą stworzenia koncepcji narzędzia do analizy energetycznej zabudowy miejskiej.



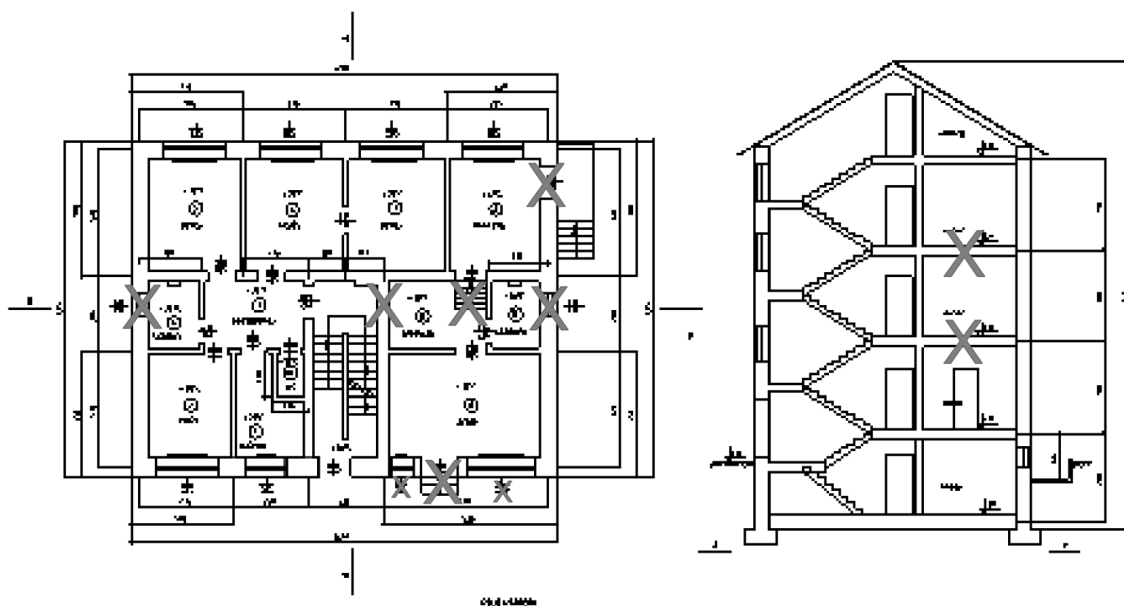
Rys. 1. Okno edycji pomieszczeń programu Audytor OCZ 4.0

Fig. 1. Audytor OCZ 4.0 software – rooms edition window

2. Program „Audytor OZC 4.0”

Program służy do obliczania projektowego obciążenia cieplnego pomieszczeń oraz sezonowego zapotrzebowania na energię ciepłą do ogrzania budynków. Obliczenia są wykonywane zgodnie z normami PN-EN 12831 i PN-EN ISO 13370 oraz normą PN-B-03406. Istnieje jego nowsza wersja – „Audytor OZC 4.8 Pro” zgodna z normami PN-EN 12831 i PN-EN ISO 13370 i PN-EN ISO 13790 służąca do wyznaczania Świadectw Energetycznych.

Zgodność z normami i status prawny generowanych dokumentów wymaga precyzyjnego zdefiniowania wielu cech budynku: orientacji geograficznej, lokalizacji, stref klimatycznych, materiałów, przegród, pomieszczeń, danych o mieszkańcach, temperaturach, wilgotności, wentylacji, ogrzewania, gruncie oraz sąsiedztwie. Czyni to program zbyt skomplikowanym do analizy większych zespołów zabudowy.



Rys. 2. Redukcja budynku przykładowego – rzut i przekrój

Fig. 2. Reduction of example building – plan and section

3. Próba zastosowania „Audytora OZC 4.0” do analiz w skali urbanistycznej

Konieczne było zmniejszenie ilości i komplikacji wprowadzanych danych z zachowaniem wiarygodności wyników. Wykorzystano dołączony do pakietu przykład audytu budynku wielorodzinnego. Redukowano stopniowo poszczególne ustroje budowlane, porównując na każdym etapie uzyskane obliczenia z wynikiem pierwotnym. Na etapie eliminacji stropów należało zmienić sposób naliczania zysków powiązanych z mieszkaniami i przyporządkowanie ich do mieszkańców, czym udało się obejść systemowe ograniczenia. Etapem końcowym był budynek z klatką schodową i jednym mieszkaniem o powierzchni równej powierzchni całego rzutu i wysokości trzech kondygnacji. Zastąpiło ono sześć mieszkań pierwot-

nych. Jakkolwiek w raportach powierzchnia pomieszczeń zmieniła się, to kubatura budynku została niemal identyczna z pierwotną, co pozwalało na porównywanie wielkości rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania – Q_h oraz wskaźnika sezonowego zapotrzebowania na ciepło – EV przeliczanego na jeden m^3 . Nadziemne kondygnacje przykładowego budynku zostały zredukowane niemal do zewnętrznej powłoki, a wyniki obliczeń różniły się jedynie o 4%. Ostatnim etapem było wprowadzenie do programu danych nowego budynku o tych samych gabarytach i kubaturze i taką samą ilością, rozkładem i powierzchnią okien jak w przykładowym, ale składającego się jedynie z jednego pomieszczenia o sześciu ścianach. Różnica ich wskaźników EV wynosiła jedynie 2%, co pozwala na użycie tej metody w dalszych analizach.

4. Wykorzystanie „Audytora OZC 4.0” w energetycznej ocenie alternatywnych rozwiązań urbanistycznych

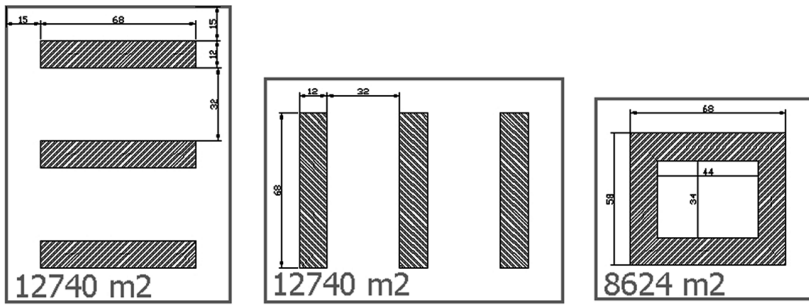
Kolejnym krokiem była próba zastosowania programu w poszukiwaniu rozwiązań efektywniejszych energetycznie. Bazowym przykładem stał się zespół trzech bloków przy ul. Prymasa Tysiąclecia w Warszawie. Wybrano je ze względu na nieskomplikowany kształt ułatwiający wprowadzanie i ewentualne zmiany danych w programie. Miały prostopadłościenną formę o planie 12×68 m i cztery kondygnacje wysokości 3 m. Dłuższy bok położony był niemal na linii wschód–zachód. Dla uproszczenia przyjęto typy i wielkości okien z poprzedniego przykładu oraz jeden typoszereg mieszkań na klatce: M2, M3, M4 w całym bloku. Pominięto również kilkustopniową odchyłkę od linii równoleżnikowej. Powyższy zespół w dalszej części nazwano „Przykładem 2”.



Fot. 1. Przykład 2 – trzy bloki przy ul. Prymasa Tysiąclecia w Warszawie

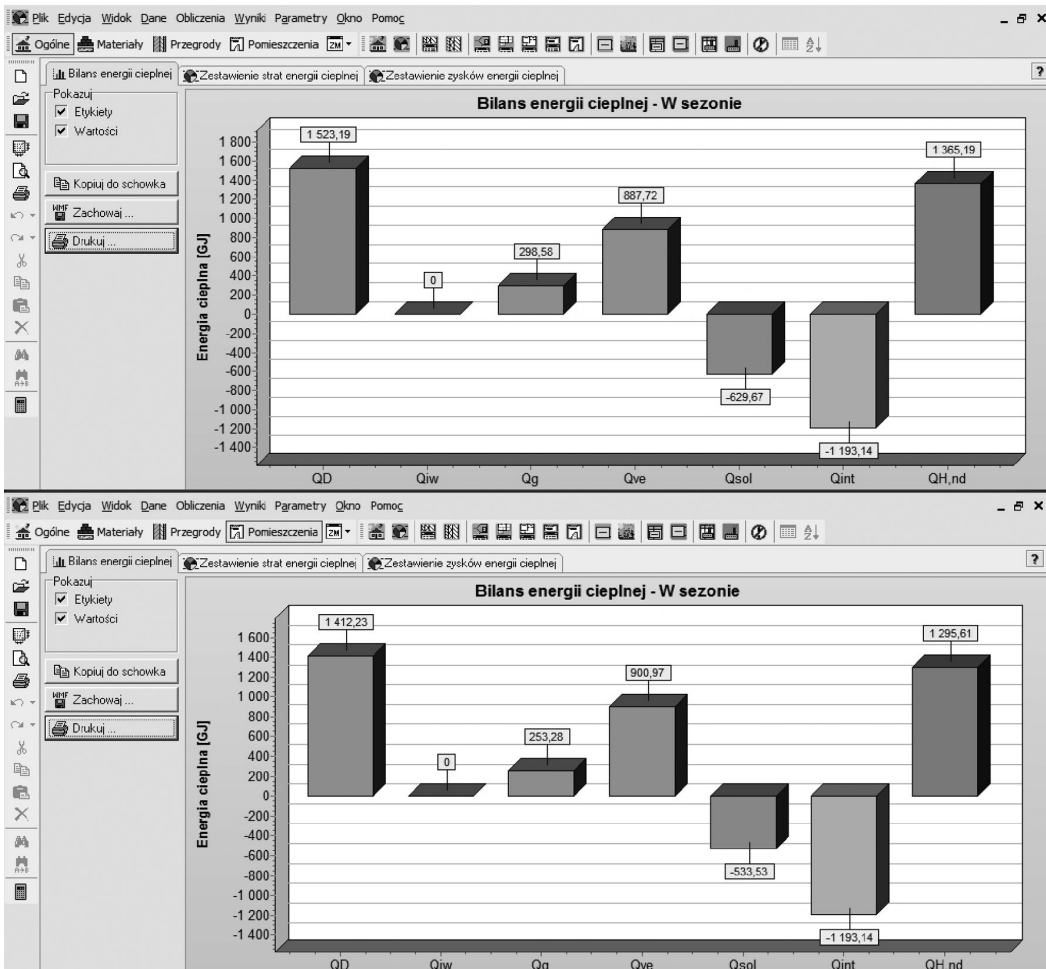
Photo 1. Example 2 – three multifamily buildings in Prymasa Tysiąclecia street in Warsaw

Alternatywą dla „Przykładu 2” stał się analogiczny zespół trzech bloków usytuowany wzdłuż linii północ–południe nazwany „Alternatywą 1” oraz pojedynczy prostokątny kwartał określony jako „Alternatywa 2”. Wariant pierwszy powstaje poprzez opcję programu – obrót, co czyni go tożsamym z „Przykładem 2”. Wariant drugi ma powierzchnię zabudowy równą sumie powierzchni zabudowy trzech bloków z „Przykładu 2” i niemal identyczną do niego powierzchnią okien [mniejszą o 2%]. Zachowano takie same: długość boku $a = 68$ m i głębokość budynku $s = 12$, zaś szerokość $b = 58$ m obliczono z układu równań



Rys. 3. Przykład 2 (z lewej) i dwa alternatywne rozwiązania wraz z terenami (kolor szary)

Fig. 3. Example 2 (left) and two alternative solutions with the plots (in gray color)



Rys. 4. Bilans „Przykładu 2” i „Alternatywy 2” (dół)

Fig. 4. Energy balance of “Example 2” and “Alternative 2” (bottom)

$$P = 3Po = 3 \cdot 68 \cdot 12$$

$$P = ab - (a - 2s) \cdot (b - 2s) \quad a = 68 \quad s = 12$$

Parametry dotyczące powyższych zespołów wprowadzono bez uwzględniania ścian wewnętrznych, stropów i klatek schodowych, dane bardziej szczegółowe były głównie generowane automatycznie przez program. Podwariant „Alternatywa 2” z wyższą temperaturą zewnętrzną w atrium był w programie niemożliwy do obliczenia bezpośrednio. Brakuje też danych o temperaturach wewnątrz urbanistycznych. Po konsultacji z profesorem Haliną Lorenc z IMiGW przyjęto podwyższenie temperatury wewnątrz kwartału o 1,5°C zaokrąglając to do 2 stopni. Obliczenia trzeba było jednak wykonać w dwóch krokach, licząc całość dla -20°C i ponownie dla -18°C, a następnie przeliczając wyniki proporcjonalnie do powierzchni fasad zewnętrznej i atrialnej.

Tabela 1

Wyniki obliczeń programu Audytor OCZ4.0 „Przykładu 2”, „Alternatywy 1” i „Alternatywy 2”

Opis	Jednostka	Przykład 2	Alternatywa 1	Alternatywa 2	
		trzy bloki	trzy bloki	kwartał	kwartał symulowany
Orientacja		ekspozycja S	ekspozycja E i W		
Temperatura zewnętrzna	°C	-20	-20	-20	-20
Temperatura zewnętrzna w atrium	°C			-20	-18
Kubatura	m ³	25869	25869	26255	26255
Powierzchnia zabudowy	m ²	2211	2211	2244	2244
Mieszkańcy	osób	377	377	377	377
Powierzchnia okien	m ²	1225	1225	1197	1197
Qh – roczne zapotrzebowanie na ciepło	GJ/rok	1365	1433	1296	1236
Qh – roczne zapotrzebowanie na ciepło	kWh/rok	379219	397993	359893	343328
Obniżenie Qh w porównaniu z przykładem 2	%		-5,0	5,4	10,5
EV – wskaźnik sezon. zapotrzebowania na ciepło	kWh/m ³ ·rok	14,7	15,4	13,7	13,1
Eo – wskaźnik sezon. zapotrzebowania na energię	kWh/os·rok	1006	1056	955	911

Program pozwala na wykonywanie obliczeń zespołów zabudowy. Szybкими operacjami są powiększanie zespołu dzięki kopiowaniu wcześniej zdefiniowanych części, zmiana ich wysokości i gabarytów oraz wariantowanie ścian. Akceptuje duże uproszczenia, co wymaga jednak doświadczenia w doborze ogólnych wskaźników. Utrudnieniem jest wstawianie danych okien. Brakuje możliwości definiowania różnych temperatur zewnętrznych dla wewnątrz atrialnych. Łatwiej byłoby używać specjalistycznej wersji do audytu urbanistycznego. Rosnące znaczenie energooszczędności i ciągle podwyższanie rygorów do poziomów dawniej niewyobrażalnych wymaga stosowania coraz bardziej zaawansowanych metod i narzędzi. Popra-

wa efektywności wykorzystania energii w budownictwie, architekturze oraz urbanistyce przyczynia się znacząco do zmniejszenia energochłonności całej gospodarki

Wydaje się, że należy już wprowadzić nowy wskaźnik urbanistyczny z istotnym akcentem socjalnym – osobowy wskaźnik sezonowego zapotrzebowanie na energię:

E_o [kWh/osobę·rok]

Literatura

- [1] Grabarczyk S., *Fizyka budowli, Komputerowe wspomaganie projektowania budownictwa energooszczędnego*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005.
- [2] Laskowski L., *Ochrona cieplna i charakterystyka energetyczna budynku*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008.
- [3] Lorenc H., *Współczesne problemy klimatu Warszawy*, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa 2003.
- [4] Szymańska D., *Urbanizacja na świecie*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.