Karolina Kurtz*
Zbigniew Władysław Paszkowski*

Problemy energetyczne przy przebudowie obiektu zabytkowego na przykładzie budynku Starej Dany w Szczecinie

Problems of energy consumption in the rebuild of an antique building – the case of Old Dana's building in Szczecin

1. Obiekty zabytkowe w świetle dyrektywy EPBD

Z dniem 1 stycznia 2009 r. w Polsce weszły w życie postanowienia dyrektywy 2002/91/WE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków [1], zwanej w skrócie dyrektywą EPBD (*Energy Performance of Buildings Directive*). Do jej głównych ustaleń należy wprowadzenie systemu oceny jakości energetycznej obiektów budowlanych i ich systemów technicznych. Zapisy dyrektywy opierają się na założeniu, że przeprowadzona ocena i podjęta poprawa jakości energetycznej pojedynczego budynku lub systemu technicznego w dłuższej perspektywie pozytywnie wpłynie na obniżenie zużycia energii, a tym samym ograniczy konsumpcję nieodnawialnych paliw kopalnych i przyczyni się do poprawy jakości środowiska naturalnego.

Delegację dyrektywy w polskim ustawodawstwie stanowią [2]: nowelizacja ustawy Prawo budowlane [9, 10] oraz pakiet aktów wykonawczych dostosowujących istniejące rozporządzenia do nowych wymagań [6, 7] oraz wprowadzających nowe regulacje [5, 8]. W myśl ustanowionych zmian dla obiektu budowlanego wykonuje się informację o zapotrzebowaniu na energię na pokrycie celów użytkowych związanych z jego funkcjonowaniem:

– charakterystykę energetyczną obiektu – stanowiącą wymagany element projektu budowlane-

1. Antique objects in the light of EPBD directive

The provisions of the directive 2002/91/EC concerning the energy saving features of buildings [1], briefly called the EPBD directive (*Energy Performance of Buildings Directive)* have came into force in Poland since 1st January 2009. Amongst the main stipulations of the directive are those introducing the system of the assessment of energy saving quality of the building objects and their technical systems. The provisions of the directive are based on the assumption, that a realized assessment and undertaken improvement of the energetic quality of an individual building or a technical system in the long run will favorably influence on lowering the energy consumption, and the same it will limit the consumption of non-renewable mineral fuels and also contribute to the improvement of the environment.

Delegation of the directive in Polish legislation is made up by [2]: the amendments of The Building Act [9, 10] and a packet of executive decrees adapting the existing decrees to the new requirements [6, 7] and introducing new legal regulations [5, 8]. Following the established amendments for a building object there is to be prepared information concerning its energy demand necessary to cover the utility objectives connected with functioning thereof:

– the energetic profile of the object-making up the required element of the constructional design

Praca dopuszczona do druku po recenzjach | *Article accepted for publishing after reviews*

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

go (z wyłączeniem obiektów o prostej konstrukcji) [7],
– świadectwo charakterystyki energetycznej budynku, lokalu mieszkalnego lub samodzielnej, pod względem techniczno-użytkowym, części budynku – dla obiektów nowych lub istniejących. Sytuacje takie wskazuje Prawo budowlane [9, 10].

Wymóg sporządzenia świadectwa charakterystyki energetycznej obejmuje obiekty zlokalizowane zarówno na terenach miejskich, jak i wiejskich. Z obowiązku tego zwolnione są m.in. obiekty zabytkowe prawnie chronione z uwagi na trudności dostosowania istniejącej, chronionej tkanki budowlanej do współczesnych wymagań zawartych w przepisach techniczno-budowlanych. Jednakże w przypadku przewidywanych prac budowlanych w takich obiektach w dokumentacji projektowej należy zamieścić charakterystykę energetyczną obiektu wykonaną zgodnie z obowiązującą metodologią w tym zakresie [5, 7].

2. Projektowa charakterystyka energetyczna

W zakresie bilansu energii projektowany / przebudowywany / rozbudowywany obiekt podlega wymaganiom Działu X *warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* [4, 6]. W myśl obowiązujących przepisów dopełnione powinno być co najmniej jedno z dwóch kryteriów obejmujących wymagania związane z izolacyjnością cieplną i inne wymagania w zakresie oszczędności energii. Schematyczny opis wymagań przedstawiono w tablicy 1. Jednakże w obiektach przebudowywanych, w tym i zabytkowych, dopuszcza się zwiększenie średniego współczynnika przenikania ciepła obudowy nie więcej niż 15% w porównaniu z budynkiem nowym charakteryzującym się taką samą geometrią i sposobem użytkowania. O 15% może również być zwiększona wartość wskaźnika rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną *EP* w porównaniu z obiektem nowo projektowanym.

Wielkość zapotrzebowania na energię na pokrycie potrzeb użytkowych – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną *EP*, zdefiniowana jest (1) jako zapotrzebowanie na energię pierwotną Q_P odniesione do pola powierzchni o regulowanej temperaturze A_f. Rozpatrywane cele użytkowe obejmują zużycie energii na potrzeby ogrzewania i wentylacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej, chłodu oraz w przypadku budynków użyteczności publicznej – oświetlenia wbudowanego (2). Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię

(excluding the objects of simple construction) [7],
– the certificate of the energetic profile of the building, habitable premises or a separate from the technical-functional point of view part of the building – for newly raised objects or for existing ones. The Building Act points out such situations [9, 10].

The requirement to make up such an energetic profile certificate pertains to the objects situated both on the municipal grounds and in the countryside. Amongst others the listed antique objects under protection of the law are exempted from this obligation due to difficulty in adaptation of the existing, protected building formation to present time requirements included in the technical-building legal regulations. Yet in the case of foreseen constructional works in such objects one should include in the design documentation the energetic profile of the object done up to the methodology in force pertaining to that scope of works [5, 7].

2. Design energetic profile

Within the energy balance a newly designed / / rebuilt / extended object undergoes the requirements of Section X of the *technical conditions which buildings and their location should satisfy* [4, 6]. Following the legal regulations in force at least one of two criteria stipulating the requirements connected with thermal isolation and other requirements pertaining to energy saving should be met. A schematic description of the requirements have been presented in table 1. Yet in the objects rebuilt, in this also the antique ones, it is allowed to increase the average coefficient of heat transmission of the casing by no more than 15% when compared with a new building featuring the same geometry and the way of using. The value of the coefficient of yearly prime energy *EP* demand may be also increased by 15% in comparison with the newly designed object.

The value of energy demand to cover the utility needs – the coefficient of yearly prime energy demand *EP*, is defined (1) as the prime energy demand Q_P referred to the area of regulated temperature A_f. The utility purposes taken into consideration include the energy consumption for the needs of heating and ventilation, preparing the warm water for utility purposes, cooling and in the case of public buildings – built-in lighting (2). The demand for non-renewable prime energy makes up the amount of energy balanced for the building –

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

Tab. 1. Zestawienie wymagań związanych z oszczędnością energii wg WT2008 [2, 5]
The comparison of saving energy requirements by WT2008 [2, 5]

przegrody zewnętrze i technika instalacyjna odpowiadają wymaganiom izolacyjności cieplnej *external walls and the installation technique correspond to the requirements of thermal insulation* oraz / *and* dopełnione są warunki - dla przegród szklanych, - szczelność na przenikanie powietrza - kondensacja powierzchniowa i wgłębna pary wodnej *the conditions are met* *- for glass separating panels,* *- air penetration tightness* *- surface and in-depth water vapor condensation*	lub / *or*	wartość wskaźnika rocznego zapotrzebowania energii pierwotnej do zaspokojenia celów użytkowych jest mniejsza od wartości granicznej *value of the coefficient of yearly prime energy demand for utility purposes is lower than the limiting value* a także / *and also* przegrody zewnętrzne odpowiadają wymaganiom izolacyjności cieplnej niezbędnej dla zabezpieczenia przed kondensacją pary wodnej *external walls correspond to the requirements of thermal insulation necessary to protect from water vapor condensation*

pierwotną stanowi zbilansowaną dla budynku energię użytkową i końcową oraz dodatkowe nakłady energii, zawartej w nieodnawialnych źródłach, dostarczane do granicy bilansowania obiektu (energia niezbędna do celów wydobywczych, przetworzenia i transportu nośnika).

the utility energy and total energy and additional energy input, enclosed in the non-renewable sources, delivered to the balancing border of the object (energy necessary for mining, processing and transportation of the energy medium).

$$EP = \frac{Q_P}{A_f} \tag{1}$$

$$Q_P = Q_{P,H} + Q_{P,W} + Q_{P,C} + \left(Q_{P,L}\right) \tag{2}$$

gdzie: EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną budynku, A_f – pole powierzchni o regulowanej temperaturze, Q_P – zapotrzebowanie energii pierwotnej na potrzeby użytkowe budynku; indeksy H – na potrzeby ogrzewania i wentylacji, W – do przygotowania ciepłej wody użytkowej, P – na potrzeby chłodzenia, L – na oświetlenie wbudowane.

wherein: EP – the coefficient of yearly prime energy demand of the building, A_f – the area of regulated temperature, Q_P – the prime energy demand for the utility needs of the building; the indices: H – for the needs of heating and ventilation, W – for preparing of warm water for utility purposes, P – for the needs of cooling, L – for built-in lighting.

3. Budynek Starej Dany w Szczecinie – założenia i rozwiązania projektowe

Do 2007 r. u zbiegu alei Wyzwolenia i ulicy Odzieżowej w Szczecinie mieściły się zakłady produkcji odzieżowej ZPO DANA. Po przekształceniach własnościowych podjęto decyzję o zmianie sposobu użytkowania obiektu, przekształcając go na nowe funkcje – biurowe, handlowo-usługowe i gastronomiczne. W nawiązaniu do zakorzenionej w szczecińskiej tradycji nazwy zakładów oraz w odróżnieniu do projektowanej w bezpośrednim sąsiedztwie nowej inwestycji, umownie budynek nazwany został Starą Daną. Jest to obiekt o sześciu kondygnacjach nadziemnych, z czego dwie znajdują się w poddaszu oraz o jednej kondygnacji podziemnej, pochodzący z 1926 r. Budynek kryty jest dachem o konstrukcji żelbetowej, wzniesionej w latach 40. XX w. jako element ochronny przed

3. The Old Dana building in Stettin – assumptions and design solutions

Until 2007 on the crossing of the Wyzwolenia Alley and Odzieżowa Street in Stettin there was a clothes manufacturing plant ZPO DANA. After the transformation of ownership a decision was taken to change the way of using the object, to have it transformed to fulfill new functions – offices, trade and services and gastronomy. Referring to the name of the plant rooted in the Stettin's tradition and to distinguish the building from a newly designed investment in close vicinity thereof, the building was named Old Dana. It is the object of six storeys above the ground, out of which two are in the attics, and of one underground storey; the building was raised in 1926. The building is covered with a roof of reinforced concrete construction, put up in the 40th of the XX century as

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

nalotami bombowymi. Pokrycie dachu stanowi dachówka ceramiczna. Narożnik obiektu zaakcentowany został cienkościenną kopułą żelbetową, pokrytą blachą stalową ocynkowaną. Elementem wyróżniającym budynek jest jego elewacja wykonana z prefabrykowanych betonowych elementów ściennych imitujących surowe płyty kamienne ze stosunkowo dużymi przeszkleniami elewacyjnymi. Elewacja jest przez to charakterystyczna i, nawet mimo powojennych przekształceń i zniszczeń, ma w sobie dużą siłę oddziaływania (rys. 1). Budynek został wpisany do ewidencji gminnej obiektów zabytkowych i jest chroniony na podstawie obowiązującego miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego. Wydane dla projektowanej inwestycji zalecenia konserwatorskie oraz ekspertyzy budowlane wskazują na konieczność zachowania charakteru elewacji zewnętrznej oraz odtworzenia pierwotnych podziałów stolarki okiennej. Ponadto należało uwzględnić docieplenie ścian zewnętrznych i stropodachów oraz remont pokrycia dachowego zarówno ceramicznego, jak i stalowego oraz wszystkich obróbek blacharskich.

the element protecting from the bombing air raids. The ceramic tile makes up the coverage of the roof. The corner of the object has been accentuated by a thin-wall reinforced concrete dome, covered with zinc galvanized steel sheet. The building's façade made from prefabricated concrete wall units imitating raw stone plates with comparatively large glass façade surfaces makes the outstanding feature of the building. This makes the façade characteristic and even despite the after-the-war changes and damages, it is very impressive (fig. 1). The building has been listed in the communal record of antique objects and is protected by law on the basis of the local development plan in force. The conservator's recommendations issued for the projected investment and the structural survey indicate the necessity to preserve the character of the outside façade and to reconstruct the primary divisions of window woodwork. Moreover there should be included warming up the external walls and roof floors and repairing the roof coverage both ceramic and steel and repairing all the flashings.

Rys. 1. Widok na budynek Starej Dany – stan istniejący
Fig. 1. The actual view of Old Dana building

W projekcie budowlanym przebudowy i zmiany sposobu użytkowania Starej Dany [3] przewidziano zachowanie układu przestrzennego i konstrukcyjnego obiektu z wykorzystaniem istniejącej

In the constructional design of reconstruction and change of the way of using the Old Dana [3] it has been provided to maintain of spatial and constructional arrangement of the object with utilization

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

klatki schodowej w centralnej części budynku. W głównej klatce schodowej zaplanowano zainstalowanie dwóch nowych dźwigów towarowo-osobowych. Realizację funkcji usługowej przewidziano w parterze budynku oraz na kondygnacji podziemnej. Funkcję biurową zaprojektowano częściowo w parterze, na piętrach wyższych oraz na poddaszu. Pomieszczenia biurowe na piętrach będą miały charakter biur typu *open space*. Z korytarza ogólnodostępnego będą też na każdej kondygnacji dostępne pomieszczenia higieniczno-sanitarne. W parterze i podpiwniczeniu budynku zaplanowano możliwość lokalizacji lokalu gastronomicznego, dla którego zaprojektowano dodatkowe wyjścia na teren dziedzińca wewnętrznego celem zapewnienia dostaw i obsługi technicznej. Od strony wejścia głównego z narożnika zaprojektowano zmianę w zakresie przedsionka wejściowego i schodów zewnętrznych zapewniając dostęp do obiektu dla osób niepełnosprawnych. Wprowadzone w projekcie zmiany przestrzenne związane były z dostosowaniem budynku do obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych.

Budynek Starej Dany dostosowany był do produkcji odzieżowej jeszcze przed wojną, wykazuje dużą stabilność i nośność stropów międzypiętrowych, stąd nie przewidziano istotnych zmian jego konstrukcji. Zaplanowano jedynie budowę nowej ściany szczytowej po rozebraniu części skrzydła budynku oraz przebudowę przekrycia nad główną klatką schodową oraz biegów schodowych, z uwagi na wyrównanie poziomów kondygnacji. Zaprojektowano poprawę parametrów termicznych zachowanych ścian zewnętrznych budynku wprowadzając termoizolację od wnętrza obiektu celem zachowania pierwotnego charakteru elewacji. Przewidziano wełnę mineralną z pustką powietrzną z kanałami odpowietrzającymi i odprowadzającymi wilgoć oraz wykończeniem z płyt klimatycznych. Elewacje zewnętrzne z okładziną ze sztucznego kamienia wymagają oczyszczenia i wypełnienia ubytków. W części przeznaczonej do rozbiórki przewidziano rekonstrukcję fragmentu ściany zewnętrznej z charakterystycznym dla obiektu wykończeniem powierzchni. Od strony dziedzińca elewację zewnętrzną zaplanowano wykończyć okładziną z płyt ceramicznych (typu Argeton), dostosowaną kolorystycznie do planowanego nowego budynku w sąsiedztwie. Przyjęto zastosowanie stolarki okiennej drewnianej, z zestawami szybowymi zespolonymi o wysokiej izolacyjności termicznej i rysunkiem podziałów zgodnym z przekazami dokumentacji pierwotnej budynku. Ściany zewnętrzne od wewnątrz tynkowane

of the existing staircase in the central part of the building. In the main staircase it has been planned to install two new cargo and person's lifts. Realization of the service function has been planned to be on the ground floor of the building and on the underground storey. The office functions have been designed partly on the ground floor, on higher floors and in the loft. The office rooms on the above-the-ground floors will be arranged as open space type offices. On each storey there will be also hygienic-sanitary rooms accessible from the main corridor. On the ground floor and in the basement of the building there has been designed the possibility to locate gastronomic premises with additional exits leading to the terrain of the internal piazza in order to provide deliveries and technical service. From the side of the main entrance on the corner, there has been designed a change of the entrance vestibule and the outdoors stairs to provide access to the object for handicapped persons. The spatial changes introduced in the design were connected with the adaptation of the building to meet technical-building regulations in force.

The Old Dana building was adapted to clothes manufacturing before the war, it shows good stability and carrying capacity of inter-storey floors, thus no essential changes of its construction have been foreseen. It has been planned only to build a new gable wall after taking apart a part of the wing of the building and rebuilding the roofing over the main staircase and flights of stairs, due to adjustment of the levels of the storeys. It has been designed to improve thermal parameters of the remaining external walls of the building putting in thermal insulation from the interior of the object in order to preserve the prime character of the façade. The design provides application of mineral wool with air voids and with aerating and moisture withdrawing channels, and the finish made from climatic plates. The external façades with the facing made from artificial stone require cleaning and replenishing of the lost material. In the part designed to be demolished there has been foreseen reconstruction of the fragment of the external wall with the finish of the surface characteristic for the object. From the side of the piazza the external façade is planned to be clad with ceramic plates (of Argeton type), matching in its color to the planned new building in the vicinity. It has been assumed to install wooden window woodwork, with combined double glazing of high thermal insulation and with the drawing of divisions according to those designed before the war in the primary documentation of the building. The external walls from inside will be plastered with reno-

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

tynkami renowacyjnymi. Wskazano w projekcie również na konieczność osuszenia ścian i posadzek piwnic oraz wprowadzenia izolacji przeciwwilgociowych poziomych i pionowych.

Założono, że wszystkie pomieszczenia będą miały zapewnioną wentylację mechaniczną. Odzysk ciepła z powietrza wywiewanego założono we wszystkich układach poza częścią kuchenną lokalu gastronomicznego. Centrale wentylacyjne przewidziano na poddaszu budynku, odpowiednio modyfikując dach obiektu od strony podwórza. W układach klimatyzacyjnych źródłem energii chłodniczej będzie wytwornica wody lodowej zlokalizowana w projektowanym budynku Nowej Dany, zasobnik wody lodowej przewidziano w pomieszczeniu technicznym na poddaszu budynku Starej Dany.

Projektowane parametry powietrza w pomieszczeniach obsługiwanych przez układy wentylacyjne i klimatyzacyjne wynoszą: w zakresie temperatury odczuwalnej w okresie letnim 24 ± 2°C, w okresie zimowym 20 ± 2°C, wilgotność względna powietrza regulowana tylko w sezonie grzewczym na minimalnej granicy 35-45%. W celu odprowadzenia zysków ciepła w pomieszczeniach części biurowej zaprojektowano system z wykorzystaniem klimakonwektorów wentylatorowych, czterorurowych zasilanych z centralnej instalacji wody lodowej o parametrach wody zasilającej i powrotnej 7/12°C. Zaprojektowano instalację centralnego ogrzewania wodną, pompową o parametrach pracy 75/55°C, doprowadzoną do grzejników płytowych w części biurowej oraz posadzkowych w restauracji. Źródłem ciepła w instalacji będzie wymiennik ciepła w węźle cieplnym zasilanym z sieci miejskiej. Ponadto zaprojektowano instalację ciepła technologicznego – wody grzejnej o parametrach 80/60°C, doprowadzoną do nagrzewnic w układach wentylacyjnych.

vation plasters. In the design it has been also pointed out that it is necessary to desiccate the walls and the floors of the cellars and to introduce horizontal and vertical anti-moisture insulation.

It has been assumed that all the rooms will be provided with mechanical ventilation. The heat recovery from the air blown out has been assumed for all the arrangements except for the kitchen part of the gastronomy premises. The ventilating centers have been provided in the loft of the building, having suitably modified the roof of the object from the side of the yard. In the air conditioning systems the source of cooling energy will be ice water generator situated in the planned New Dana building; the container of ice water has been provided in the technical room in the loft of the Old Dana building.

The designed parameters of air in the rooms served for by the ventilation arrangements and the air conditioning are as follows: in the range of perceptible temperature in the summer season 24 ± 2°C, in the winter season 20 ± 2°C, relative air humidity regulated only in the heating season at the minimum limit 35-45%. The system has been designed to use four-pipe ventilating air conditioning convectors, fed from the central ice water installation with feeding and return water parameters 7/12°C, in order to lead away the heat gained in the rooms of the office part. The installation of central heating has been designed as a water system with a pump, of operating parameters 75/55°C, water delivered to panel radiators in the office part and floor radiators in the restaurant. The source of heat in the installation will be a heat exchanger in the thermal center supplied from the municipal network. Moreover the technological heat installation has been designed – with heating water of parameters 80/60°C, delivered to the heaters in the ventilating arrangements.

Tab. 2. Wskaźniki powierzchniowe i kubaturowe budynku Starej Dany [3]
Area and cubic capacity indexes of Old Dana building [3]

Lp. *No*	Wskaźnik *Index*	
1	Powierzchnia zabudowy *Built-in area*	959 m^2
2	Powierzchnia netto razem *Total net area* w tym: netto nadziemia *In this: net above the ground* przyziemia *basement*	5 181 m^2 4 382 m^2 800 m^2
3	Powierzchnia użytkowa najmu *Usable area to let* w tym: gastronomia *In this: gastronomy* biura *offices*	4 009 m^2 861 m^2 3 148 m^2
4	Kubatura brutto *Gross cubic capacity*	15 050 m^3

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

W tablicy 2 przedstawiono wskaźniki powierzchniowe i kubaturowe budynku Starej Dany w Szczecinie. Projekt budowlany przebudowy i zmiany sposobu użytkowania Starej Dany na funkcje usługowo-biurowe otrzymał pozwolenie na budowę w roku bieżącym. W roku 2010 planowane jest rozpoczęcie prac budowlanych.

4. Charakterystyka energetyczna budynku „Starej Dany"

Obliczenia charakterystyki energetycznej budynku Starej Dany przeprowadzono przyjmując normatywne warunki użytkowania zgodne z przepisami techniczno-budowlanymi oraz całą powierzchnię wewnętrzną jako ogrzewaną. Wydzielono jedną strefę obliczeniową, dla której średnia, ważona po polu powierzchni, temperatura powietrza wewnętrznego w sezonie ogrzewczym wyniosła 19,7°C. Granicę bilansowania stanowią wszystkie przegrody oddzielające przestrzeń ogrzewaną od środowiska zewnętrznego, tj.: podłoga na gruncie, ściany w kontakcie z gruntem, ściany zewnętrzne nadziemia, okna i drzwi zewnętrzne oraz połacie dachowe. W tablicy 3 zestawiono współczynnik przenikania ciepła obudowy budynku Starej Dany wraz z wartościami referencyjnymi określonymi w warunkach technicznych [4, 6].

Table 2 presents the area and cubic capacity indexes of the Old Dana building in Stettin. The constructional design for the reconstruction and changing the way of using the Old Dana building to service-office functions was granted the permission to build this year. In 2010 it is planned to commence the constructional works.

4. The energetic profile of the Old Dana building

Calculations of the energetic profile of the Old Dana building were conducted assuming the normative conditions of using in accordance with technical-building legal regulations and assuming that the whole internal area of the building is heated. However, there was separated a computational zone, for which average temperature of air inside, calculated as a weighed value over the area of the surface, in the heating season was 19.7° C. The border of balancing make all the partitions separating the heated space from the outside environment, i.e.: the floor on the ground, the walls in contact with the ground, the external walls of the above-the-ground part of the building, windows and external doors and roof surfaces. Table 3 presents the coefficient of heat transfer of the casing of the Old Dana building together with the reference values defined in technical conditions [4, 6].

Tab. 3. Współczynniki przenikania ciepła obudowy budynku Starej Dany
Heat transfer coefficients of Old Dana building casing

Lp. *No*	Opis przegrody *Description of the partition*	Współczynnik przenikania ciepła U, W/(m^{2}K) *Heat transfer coefficient U, W/(m^{2}K)*		
		ocenianego budynku *assessed building*		referencyjny wg [6] *reference acc. to [6]*
1	Podłoga na gruncie *Floor on the ground*	0,33	<	0,45
2	Ściana w kontakcie z gruntem *Wall in contact with the ground*	0,31		brak wymagania *no requirements*
3	Ściana zewnętrzna nadziemia z ociepleniem od środka *External wall of the above-the-ground part with thermal insulation inside*	0,28	<	0,30
4	Ściana zewnętrzna z ociepleniem od zewnątrz *External wall with thermal insulation outside*	0,26	<	0,30
5	Połać dachowa *Roof surface*	0,23	<	0,25
6	Kopuła *Dome*			
7	Okna – ślusarka aluminiowa *Windows – aluminum fitting*	max. 1,8	≤	1,8
8	Drzwi zewnętrzne *External doors*	max. 2,6	≤	2,6
Wartość średnia dla całej obudowy *Average value for the whole casing* budynek nowy *new building* budynek istniejący *existing building*		0,50	<	0,55 0,63

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

Uzyskane wartości współczynników przenikania ciepła poszczególnych komponentów obudowy nie przekraczają wartości granicznych określonych jak dla budynku nowego. Średnia wartość współczynnika przenikania ciepła jest również mniejsza od wartości referencyjnej dla budynków istniejących, uwzględniającej możliwość przekroczenia wartości granicznej o nie więcej niż 15%.

W budynku Starej Dany zbilansowano zapotrzebowanie na energię na potrzeby ogrzewania i wentylacji, chłodu w sezonie letnim, przygotowania ciepłej wody użytkowej i oświetlenia wbudowanego. Uzyskane wielkości zestawiono w tablicy 4 i na rysunku 2. Wartość referencyjną rocznego wskaźnika zapotrzebowania na energię pierwotną dla budynków użyteczności publicznej (3 i 4) zależna jest od tzw. współczynnika kształtu obiektu [6].

The obtained values of the heat transfer coefficients for individual components of the casing do not exceed the limit values defined as for a new building. The average value of the heat transfer coefficient is also lower than the reference value for the existing buildings, taking into account the possibility of exceeding the limit value by no more than 15%.

In the Old Dana building the energy demand covering the needs of heating and ventilation, cooling in the summer season, preparation of warm water for utility purposes and built-in lighting has been balanced. The obtained values have been presented in tab. 4 and in fig. 2. The reference value of the coefficient of yearly prime energy demand for buildings of public use (3 and 4) depends on the so-called shape coefficient of the object [6].

$$EP_{HC+W+L} = EP_{H+W} + \left(10 + 60 \cdot \frac{A_{w,e}}{A_f}\right) \cdot \left(1 - 0{,}2 \cdot \frac{A}{V_e}\right) \cdot \frac{A_{f,c}}{A_f} \tag{3}$$

gdzie: EP_{H+W} – wskaźnik zapotrzebowania na energię pierwotną do ogrzewania i wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej, $A_{w,e}$ – powierzchnia ścian zewnętrznych budynku, A/V_e – wskaźnik zwartości bryły, A – suma pól powierzchni wszystkich przegród chłodzonych budynku, V_e – kubatura brutto części ogrzewanej obiektu, $A_{f,c}$ – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku.

Współczynnik kształtu (zwartości bryły) w rozpatrywanym przypadku wynosi 0,303 m^{-1}, stąd wskaźnik zapotrzebowania na energię pierwotną do ogrzewania i wentylacji [6] opisany będzie wzorem:

wherein: EP_{H+W} – the coefficient of yearly prime energy demand for heating and ventilation and preparation of warm water for utility purposes, $A_{w,e}$ – the area of external walls of the building, A/V_e – the coefficient of compactness of the mass, A – the sum of areas of all the cooled partitions of the building, V_e – gross cubic capacity of the heated part of the object, $A_{f,c}$ – the cooled usable area of the building.

The shape coefficient (compactness of the mass) in the considered case equals to 0.303 m^{-1}, thence the coefficient of yearly prime energy demand for heating and ventilation [6] will be described by the formula:

$$EP_{H+W} = 55 + 90 \cdot A/V_e + \Delta EP \tag{4}$$

gdzie: ΔEP – dodatek na jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do przygotowania ciepłej wody użytkowej. W przypadku budynków użyteczności publicznej człon ten zawiera uwzględnia również potrzeby energetyczne na oświetlenie wbudowane.

wherein: ΔEP – addition for unitary demand for non-renewable prime energy for preparation of warm water for utility purposes. In the case of the buildings of public usefulness this expression also takes into account the energetic needs for built-in lighting.

5. Podsumowanie

Dla przebudowywanych budynków zabytkowych, pomimo zwolnienia obiektów prawnie chronionych z obowiązku sporządzania świadectwa energetycznego, na etapie projektowym należy sporządzić charakterystykę energetyczną dołączoną do projektu budowlanego i wykazać prawidłowość doboru rozwiązań zapewniających oszczędność energii. Jednak dostosowanie budynku istnie-

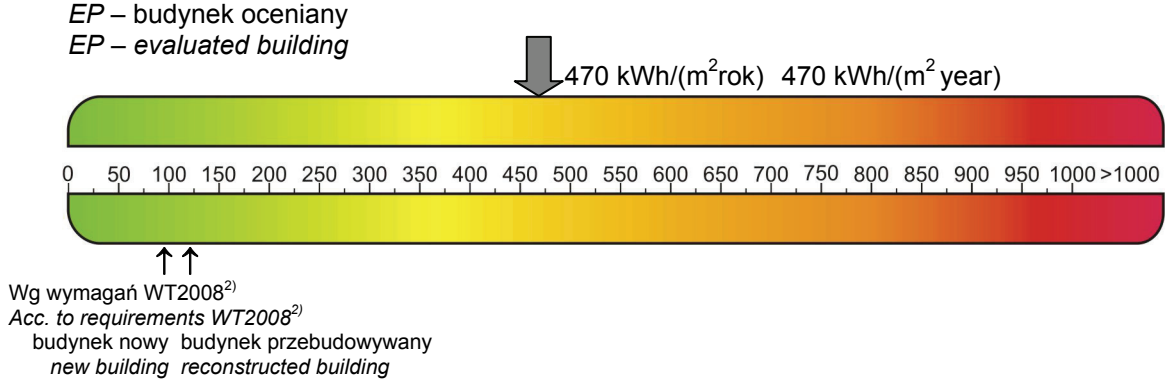
5. Recapitulation

For the rebuilt antique buildings, in spite of exempting the law-protected objects from the duty of preparing an energetic certificate, at the designing stage one should prepare the energetic characteristics to enclose it to the constructional design and prove correctness of the chosen solutions which are to assure economy of energy. However, adaptation of an existing building to the up-to-date

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

Tab. 4. Wskaźniki energetyczne budynku Starej Dany
Energetic indexes of Old Dana building

Zapotrzebowanie energii końcowej, kWh/(m^{2}rok) *Final energy demand, kWh/(m^2 year)*						
Nośnik energii *Energy medium*	Ogrzewanie i wentylacja *Heating and ventilation*	Chłód *Cooling*	Ciepła woda *Warm water*	Oświetlenie wbudowane *Built-in lighting*	Energia pomocnicza *Auxiliary energy*	Suma *Total*
Ciepło sieciowe *Network heating*	22,6		39,6			62,2
Energia elektryczna *Electric energy*		2,1		46,0	92,1	140,2
Zapotrzebowanie energii użytkowej *Utility energy demand*						
Cel użytkowy *Utility purpose*	Ogrzewanie i wentylacja *Heating and ventilation*	Chłód *Cooling*	Ciepła woda *Warm water*	Oświetlenie wbudowane *Built-in lighting*	Energia pomocnicza *Auxiliary energy*	Suma *Total*
kWh/(m^{2}rok) *kWh/(m^2 year)*	20,6	6,1	21,4	46,0	92,1	186,2
Udział, % *Fraction, %*	11,0	3,2	11,5	24,7	49,6	100
Zapotrzebowanie energii końcowej *Final energy demand*						
Cel użytkowy *Utility purpose*	Ogrzewanie i wentylacja *Heating and ventilation*	Chłód *Cooling*	Ciepła woda *Warm water*	Oświetlenie wbudowane *Built-in lighting*	Energia pomocnicza *Auxiliary energy*	Suma *Total*
kWh/(m^{2}rok) *kWh/(m^2 year)*	22,6	2,1	39,6	46,0	92,1	202,4
Udział, % *Fraction, %*	11,2	1,0	19,6	22,7	45,4	100
Zapotrzebowanie energii pierwotnej *Prime energy demand*						
Cel użytkowy *Utility purpose*	Ogrzewanie i wentylacja *Heating and ventilation*	Chłód *Cooling*	Ciepła woda *Warm water*	Oświetlenie wbudowane *Built-in lighting*	Energia pomocnicza *Auxiliary energy*	Suma *Total*
kWh/(m^{2}rok) *kWh/(m^2 year)*	18,1	6,2	31,7	138,0	276,3	470,3
Udział, % *Fraction, %*	3,8	1,3	6,7	29,3	58,9	100
dla budynku *for the building*	470					
Wartość referencyjna EP_{HC+W+L} wg WT 2008 [6], kWh/(m^{2}rok) *Reference value EP_{HC+W+L} acc. to WT 2008 [6], kWh/(m^2 year)*						
dla budynku nowego *for the new building*	253					
dla budynku istniejącego *for the existing building*	291					



Rys. 2. Porównanie wartości wskaźnika EP budynku Starej Dany z wartością referencyjną
Fig. 2. The comparison of EP index for Old Dana building with the reference value

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

jącego do współczesnych kryteriów izolacyjności cieplnej nastręcza sporo problemów. Są to trudności natury formalnej, obejmujące indywidualnie określane wytyczne konserwatorskie realizacji inwestycji w zależności od wartości kulturowych, krajobrazowych obiektu a także stanu jego zachowania, oraz techniczne – z uwagi na już ukształtowaną tkankę i ograniczone możliwości ingerencji bez naruszenia struktury konstrukcji budynku.

Projektowane i dalej zastosowane rozwiązania nie mogą prowadzić do pogorszenia warunków pracy konstrukcji i powodować jego stanów awaryjnych. Poza względami nośności, należy rozważyć warunki cieplno-wilgotnościowe w przegrodach budowlanych nie dopuszczając do stanu ich zawilgocenia na skutek kondensacji powierzchniowej lub wgłębnej. Warunki wilgotnościowe w przegrodzie budowlanej związane są z parametrami klimatu wewnętrznego i zewnętrznego oraz doborem warstw materiałowych i ich prawidłowej kolejności. Ostatni warunek jest szczególnie istotny w przypadku wprowadzenia termoizolacji od strony wewnętrznej przegrody i niejednokrotnie wymagają zastosowania materiałów specjalistycznych (np. płyt klimatycznych).

Oceniane w budynku zapotrzebowanie na energię kształtuje się w zależności od jego przeznaczenia i programu użytkowego. W obiektach użyteczności publicznej, w których warunki klimatu wewnętrznego kształtowane są przez odpowiednie systemy (np. wentylację mechaniczną, klimatyzację), ciężar potrzeb energetycznych przesuwa się z potrzeb związanych z ogrzewaniem na zapotrzebowanie energii na cele chłodnicze oraz pracę urządzeń wspomagających pracę systemów technicznego wyposażenia budynku – tzw. energię pomocniczą. W budynkach tych obserwuje się małą wrażliwość wskaźnika zapotrzebowania energii pierwotnej *EP* na zmiany parametrów termicznych ich obudowy, stąd zapotrzebowanie energii przez techniczne wyposażenie budynku powinno być kształtowane również na racjonalnie niskim poziomie.

criteria of thermal insulation procures a lot of problems. They are difficulties both of formal nature, including individually defined conservator's directives for realization of the investment depending on cultural and landscape making values of the object and the condition of preservation of the building, and technical nature – due to the existing, already shaped building formation and limited possibilities of interference without infringement of the construction skeleton of the building.

Designed and further applied solutions must not lead to deterioration of the conditions of working of the construction nor cause any accident predicament. Besides to the regards of carrying capacity, one should take into consideration the heat balance and moisture conditions in the constructional partitions not to allow them to get damp as the result of superficial or deep-seated water vapor condensation. The dampness conditions in the constructional partitions are connected with the parameters of the internal and external climate and with selection of material shells and their correct sequence. The last condition is particularly essential in the case of introducing thermal insulation from the internal side of the partition and quite often requires the use of specialist materials (e.g. climatic plates).

The energy demand estimated for a building is shaped depending on its destination and program of using. In the objects of public usefulness, where the conditions of the internal climate are shaped by suitable systems (e.g. mechanical ventilation, air-conditioning), the weight of the energetic needs is shifted from the needs connected with heating towards the energy demand for cooling purposes and operation of the devices assisting the systems of the technical equipment of the building – so-called auxiliary energy. In these buildings one can observe low sensibility of the prime energy demand coefficient *EP* to the changes of thermal parameters of their casing, therefore the energy demand of technical equipment of the building should be also shaped at the rationally low level.

Literatura • References

[1] Dyrektywa 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dn. 16.12.2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków

[2] Kurtz K., Gawin D., *Certyfikacja energetyczna budynków mieszkalnych z przykładami.* Wrocławskie Wydawnictwo Naukowe Atla 2, Wrocław 2009.

[3] *Projekt budowlany przebudowy i zmiany sposobu użytkowania budynku wielofunkcyjnego Stara Dana* (2009). Dokumentacja projektowa w archiwum Pracowni Projektowej URBICON Sp. z o.o., Główny projektant Zbigniew Władysław Paszkowski

[4] Rozporządzenie MI z dn. 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie; z późniejszymi zmianami

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

[5] Rozporządzenie MI z dn. 06.11.2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub samodzielnej części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej
[6] Rozporządzenie MI z dn. 06.11.2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
[7] Rozporządzenia MI z dn. 06.11.2008 r. w sprawie zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego
[8] Rozporządzenia MI z dn. 21.01.2008 r. w sprawie przeprowadzania szkolenia oraz egzaminu dla osób ubiegających się o uprawnienia do sporządzania charakterystyki energetycznej budynku, lokalu mieszkalnego oraz części budynku stanowiącej samodzielną część techniczno-użytkową
[9] Ustawa z dn. 19.09.2007 r. o zmianie ustawy – Prawo budowlane
[10] Ustawa z dn. 17.07.2009 r. o zmianie ustawy Prawo budowlane oraz ustawy o gospodarce nieruchomościami

* Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Szczecin, Polska
West Pomeranian University of Technology, Szczecin, Poland

Streszczenie

Obecnie zmniejszenie zużycia energii jest jednym z głównych zadań we współczesnym świecie. Europejskie prawodawstwo wprowadziło ograniczenia energii zużywanej przez budynki. Jednym z tych ograniczeń jest Dyrektywa Energooszczędności Budynków (EPBD) 2002/91/WE. Zgodnie z tą dyrektywą wymagane jest, że cechą budynku poddanego modernizacji musi być minimalne zużycie energii. W przypadku modernizowania lub odnawiania zabytkowego budynku można napotkać pewne trudności przy spełnianiu tak ograniczającego wymogu oszczędności energii. Artykuł opisuje obliczenia zużycia energii w budynku zgodnie z EPBD na przykładzie odbudowy zabytkowego budynku Starej Dany w Szczecinie.

Abstract

Nowadays reduction of the energy consumption is one of the major tasks in the contemporary world. The European law has introduced limitations in energy consumption in buildings. One of these is Energy Performance of Buildings Directive 2002/91/EC. According to EPBD it is demanded that the feature of the existing buildings subjected to modernization must be the requirement of minimum energy consumption. In the case of modernized or renovated antique buildings there could be encountered some problems with meeting such restricted limitations of energy saving. The article is describing calculation of the energy consumption by a building according to EPBD using as the example rebuilding of an antique building – Old Dana in Szczecin.

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ