

SŁONECZNA TERMOMODERNIZACJA NA PRZYKŁADZIE PROJEKTU ARCHITEKTONICZNEGO

Mirosława Górecka

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie. W artykule na wstępie wyjaśniono pojęcie „słonecznej termomodernizacji”, opierającej się głównie na pozyskaniu i maksymalnym wykorzystaniu energii pochodzenia słonecznego w aktywnych i pasywnych systemach. Zaproponowano zastosowanie jej w wybranym budynku jednorodzinny, przedstawiając w projekcie architektonicznym optymalne rozwiązania związane z kształtem domu, układem pomieszczeń i powiązaniem funkcjonalnych, elementami struktury budynku, jego usytuowaniem na działce z rozwiązaniem otoczenia oraz wyposażeniem technicznym. Na koniec wykazano zmniejszenie zapotrzebowania na energię dzięki zastosowanym zabiegom termomodernizacyjnym.

Słowa kluczowe: energooszczędność, systemy aktywne i pasywne słonecznego ogrzewania, charakterystyka energetyczna

WSTĘP

Ograniczenie energochłonności w budownictwie może być postrzegane zarówno w aspekcie zabudowy nowoprojektowanej, jak i już zrealizowanej. Ta ostatnia w większości nie spełnia obecnych zastrzonych wymogów w zakresie racjonalnego zużycia energii i wymaga odpowiedniej termomodernizacji, mającej na celu zmniejszenie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania oraz ograniczenie mocy cieplnej zamówionej [Laskowski 2009]. Zabieg ten jednocześnie poprawia warunki użytkowania pomieszczeń w budynku. Może się on odbywać jako samodzielne przedsięwzięcie modernizacyjne lub w ramach przebudowy, modernizacji albo remontu kapitalnego.

Przez pojęcie „słoneczna termomodernizacja” rozumie się termomodernizację budynku opierającą się głównie na pozyskaniu i maksymalnym wykorzystaniu energii pochodzenia słonecznego. Może ona być wykorzystywana w autonomicznych systemach grzewczych, nazywanych aktywnymi systemami słonecznymi oraz w systemach pasywnych.

Adres do korespondencji – Corresponding author: Mirosława Górecka, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Katedra Inżynierii Budowlanej, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, e-mail: mirosława_gorecka@sggw.pl

© Copyright by Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2015

Systemy aktywne (czynne), zamieniające energię promieniowania słonecznego na energię ciepłą w różnego typu urządzeniach instalacyjnych, stanowią modyfikację tradycyjnych instalacji grzewczych. Większość z nich zawiera takie elementy, jak: kolektory, zbiorniki magazynujące energię ciepłą, pompy, urządzenia automatyki i sterowania. Wymaga to wysoko rozwiniętej technologii i odpowiedniego wkładu finansowego. Systemy aktywne stosuje się przede wszystkim do wykorzystania energii słonecznej w celu podgrzewania wody (ciepła woda użytkowa) i ogrzewania pomieszczeń (centralne ogrzewanie). Szacuje się, że w przypadku zastosowania kolektorów słonecznych można zaoszczędzić około 60% kosztów na ogrzewanie ciepłej wody użytkowej [Fieducik i Godlewski 2008].

Systemy pasywne (bierne) zamieniają energię promieniowania słonecznego na energię ciepłą, opierając się na zjawiskach znanych w fizyce budowli – promieniowanie, przewodzenie, konwekcja. Wykorzystują do tego celu elementy konstrukcyjne budynku, a przepływ uzyskanej energii cieplnej zachodzi w sposób naturalny z dopuszczeniem elementów sterujących i regulujących komfort cieplny oraz zapewniających indywidualne potrzeby mieszkańców. Systemy te mają zastosowanie w ogrzewaniu pomieszczeń budynku i pozwalają zaoszczędzić do 40% energii cieplnej [Feist 2006]. Związane są one z rozwiązaniami architektoniczno-budowlanymi, a tym samym ważną rolą architektów projektantów w realizacjach budynków niskoenergochłonnych.

Pasywne systemy słonecznego ogrzewania są tańsze inwestycyjnie od aktywnych – zastosowanie ich powoduje wzrost kosztów budowy tylko o 10–15%, wynikających głównie z rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych [Górecka 2011]. Dodatkowo charakteryzuje je naturalne działanie, proste konstrukcje i jednocześnie duża różnorodność rozwiązań, umożliwiająca odpowiedni wybór, w zależności od warunków miejscowych oraz wymagań użytkownika. Mogą być również atrakcyjniejsze od systemów czynnych z punktu widzenia estetyki. W tym względzie bardzo ważny jest projekt architektoniczny, który powinien uwzględniać maksymalne wykorzystanie energii słonecznej. W Polsce nie popularyzuje się wiedzy na ich temat, chociaż coraz więcej mówi się właśnie o kolektorach słonecznych, pompach ciepła i innych nowoczesnych instalacjach grzewczych. W krajach wysoko rozwiniętych, głównie w Niemczech czy w Skandynawii, a także w Stanach Zjednoczonych, preferowane są właśnie pasywne systemy słoneczne jako najtańsze inwestycyjnie i eksploatacyjnie [Guzowski 2010].

METODYKA BADAŃ

W artykule wykorzystano wyniki badań autorki, częściowo przedstawione w artykułach, materiałach konferencyjnych oraz monografiach [Górecka 2004, 2011].

Metoda badawcza polega na analizie wybranej propozycji projektowej słonecznej termomodernizacji, wykonanej przez dyplomanta M. Bartelę pod kierunkiem autorki [Bartela 2011], propozycji własnych, konkluzji, wniosków i rekomendacji. Na dostępne źródła tematyczne, dotyczące zagadnień związanych z architekturą i budownictwem niskoenergochłonnym, składają się: publikacje naukowe i profesjonalne (artykuły i materiały konferencyjne), własne prace naukowe i studia oraz inne materiały (informacje techniczno-użytkowe, normy i akty prawne itp.).

WYNIKI BADAŃ

Słoneczną termomodernizację zaproponowano w budynku jednorodzinny dwukondygnacyjnym z parterem i poddaszem użytkowym. Dom charakteryzuje plan na rzucie prostokąta z dwoma wykuszami, dach dwuspadowy o kącie nachylenia 38° oraz technologia murowana w systemie ściany trójwarstwowej. Na parterze zlokalizowano pokój dzienny z kominkiem i kuchnię, stanowiące strefę dzienną, oraz wiatrołap, pokój, hall, schowek pod schodami, kotłownię i łazienkę. Na poddaszu usytuowano część nocną z sypialniami, korytarzem, garderobą i łazienką.

Kształt budynku

Optymalne ukształtowanie bryły domu powinno uwzględniać minimalną powierzchnię przegród zewnętrznych i sprzyjać zyskom ciepła od nasłonecznienia. Dąży się do ograniczenia powierzchni o ekspozycji północnej („zamknięcie” obiektu) i zwiększenia powierzchni o ekspozycji południowej („otwarcie” obiektu) w celu pasywnego wykorzystania zysków cieplnych. Takie rozwiązanie umożliwia optymalne pozyskiwanie energii z promieniowania słonecznego, zamianę jej na ciepło, akumulację oraz późniejszą dystrybucję. Elementami helioaktywnymi w budynku, które zdecydowanie kształtują uprzywilejowaną w budownictwie niskoenergochłonnym ścianę południową i charakteryzują się odpowiednimi parametrami oszklenia, są okna, świetliki oraz ciepłarnie. W dziedzinie kształtowania ich form, usytuowania w obiekcie i w stosunku do kąta padania promieni słonecznych istnieją duże możliwości rozwiązań architektonicznych, uzasadnionych dodatkowo czynnikiem energetycznym.

Szczególną rolę pełnią ciepłe przestrzenie buforowe – ciepłarnie, o cechach kolektorów i magazynów ciepła. Sytuowane w ekspozycji południowej budynku wzbogacają dodatkowo jego formę. Pozwalają na harmonijne połączenie funkcji estetycznych, użytkowych i energetycznych w tych samych fragmentach obiektu, przy uwzględnieniu istotnych zasad kształtowania budynku niskoenergochłonnego.

W projekcie architektonicznym słonecznej termomodernizacji zaproponowano:

- usunięcie wcięcia ściany przy wejściu oraz wykusa pokoju dziennego, przyczyniającego się do zoptymalizowania zwartości bryły budynku,
- zwiększenie powierzchni okien od strony południowej, celem poprawienia zysków cieplnych od słońca,
- obudowanie elewacji południowej ogrodem zimowym,
- zredukowanie do minimum liczby okien i eliminację drzwi zewnętrznych do kotłowni od strony północnej budynku.

Układ pomieszczeń i powiązań funkcjonalnych

Istotne znaczenie stanowi optymalne sytuowanie pomieszczeń względem stron świata, związane z grupowaniem według wymaganego poziomu temperatury, związanego z przeznaczeniem tych pomieszczeń. Następnym aspektem jest rozplanowanie bez tradycyjnego podziału na pojedyncze pomieszczenia przestronnych „otwartych” wewnątrz od strony południowej, stanowiących strefę ciepłą budynku, oraz „zamkniętych”, należących do północnej strefy buforowej, będącej zimną częścią budynku.

W projekcie architektonicznym słonecznej termomodernizacji zaproponowano:

- wyburzenie ściany działowej na parterze w celu połączenia istniejącej kuchni z pokojem dziennym, tworząc jednoprzestrzenność wnętrza od strony południowej (kuchnię zlokalizowano w północnej „zamkniętej” części budynku w miejscu pokoju),
- połączenie dwóch pokoi na kondygnacji poddasza, tworząc „otwarte” wnętrze od strony południowej.

Elementy struktury budynku

Rozwiązywanie elementów struktury budynku dotyczy przede wszystkim stosowania elementów konstrukcyjno-budowlanych o dużej akumulacyjności cieplnej jako kolektorów zysków słonecznych oraz przegród zewnętrznych, w tym przezroczystych, cechujących się wysoką izolacją termiczną. Na uwagę zasługują okna, tzw. zestawy termoizolacyjne oraz okiennice termoizolacyjne. Istotne jest również wykorzystanie właściwości gruntu jako izolatora i akumulatora ciepła poprzez zmniejszanie powierzchni ściany północnej przez częściowe zagłębienie jej w gruncie (np. drogą świadomych korekt terenowych) [Górecka 2011].

W projekcie architektonicznym słonecznej termomodernizacji zaproponowano:

- pogrubienie eksponowanych na promieniowanie słoneczne ścian do 30 cm cegłą szamotową o optymalnych właściwościach akumulacyjnych,
- pomalowanie pogrubionych ścian na barwy ciemne w celu efektywnego pochłaniania promieniowania słonecznego,
- ogrzewanie podłogowe z posadzką kamienną kumulującą ciepło,
- pomalowanie ścian wewnętrznych niekumulujących ciepło na jasny kolor w celu odbijania promieni słonecznych,
- obudowanie przewodów dymowych kominka cegłą szamotową w celu zwiększenia efektywności urządzenia na wzór dawniej stosowanych pieców kaflowych,
- wymiana okien i drzwi z tradycyjnych na energooszczędne z zastosowaniem rolet okiennych zabezpieczających przed przegrzaniem słonecznym i jako ochronę przed stratami ciepła podczas niskich wartości temperatury.

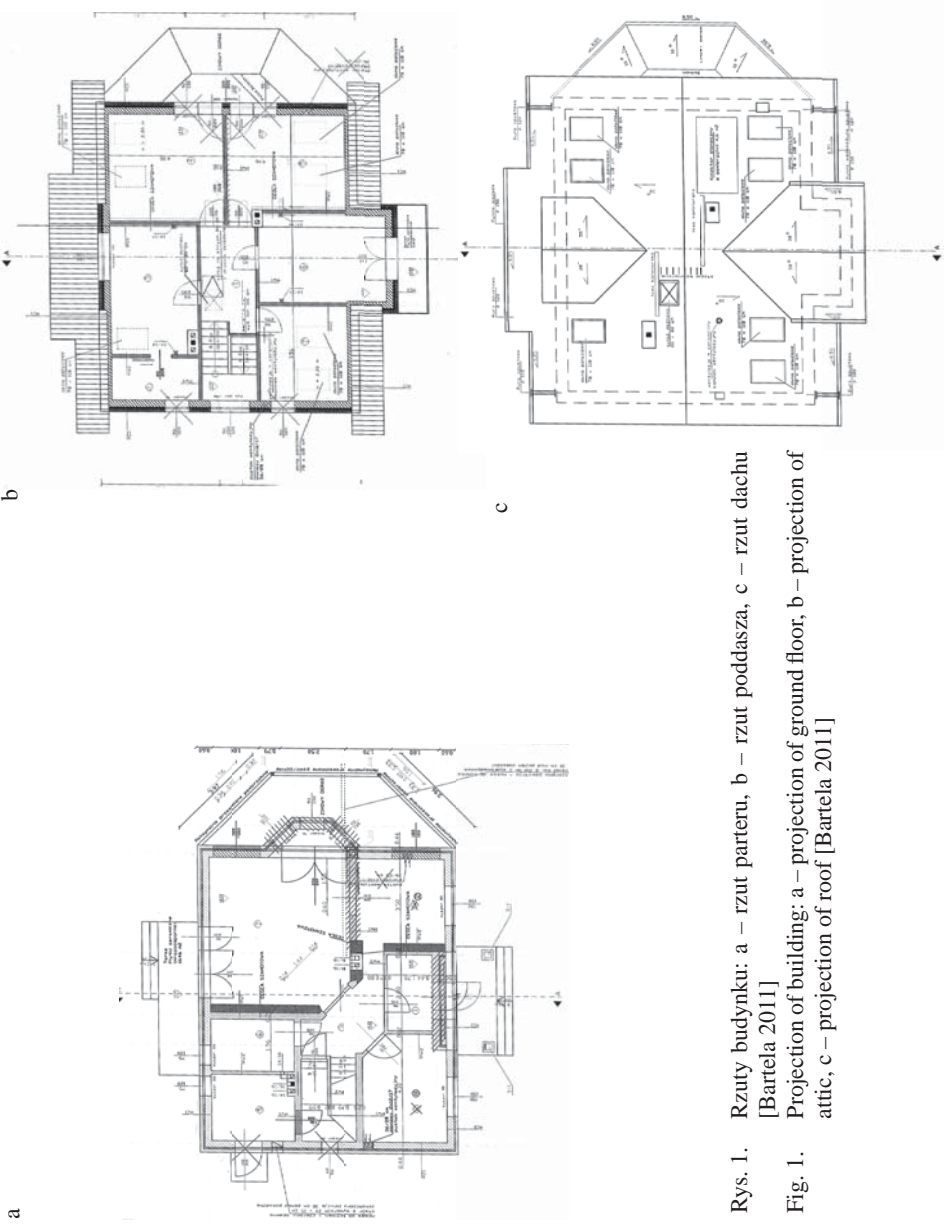
Usytuowanie budynku na działce oraz rozwiązanie jego otoczenia

Usytuowanie budynku na działce oraz rozwiązanie jego otoczenia powinno uwzględniać przede wszystkim zapewnienie nasłonecznienia południowej, przeszklonej i o największej powierzchni elewacji budynku co najmniej przez sześć godzin dziennie. Istotne jest również odsunięcie wszelkich możliwych przeszkód zaciemniających południową elewację budynku w celu zwiększenia sprzyjających oddziaływań klimatycznych, tzn. promieniowania słonecznego.

W projekcie architektonicznym słonecznej termomodernizacji zaproponowano:

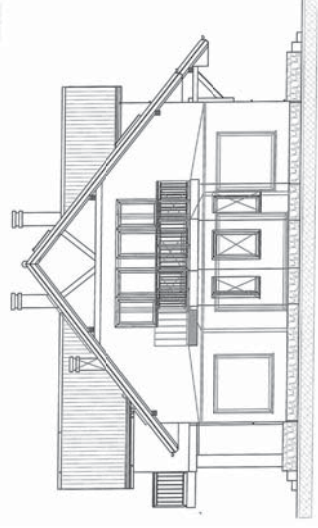
- od strony południowej rośliny liściaste tracące liście na zimę w celu regulacji sezonowego dopływu promieniowania słonecznego do budynku,
- zbiornik wodny w celu kształtowania korzystnego mikroklimatu w sąsiedztwie budynku.

Zaproponowane zabiegi słonecznej termomodernizacji przedstawiono na rysunkach 1, 2, 3, 4 i 5.

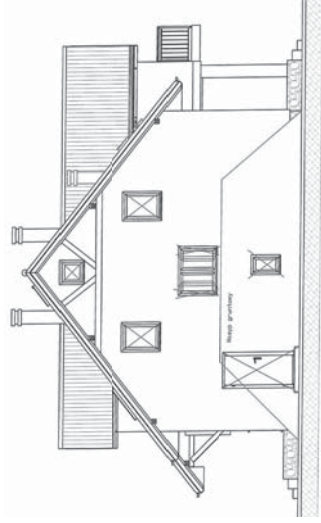
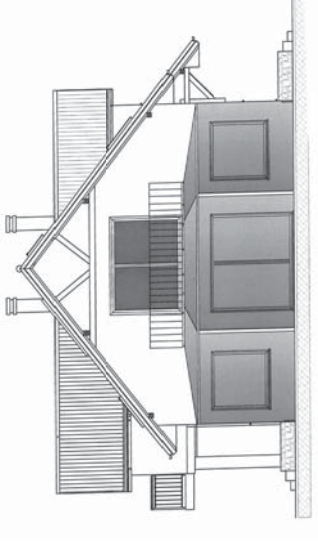


Rys. 1. Rzutny budynek: a – rzut parteru, b – rzut poddasza, c – rzut dachu [Bartela 2011]

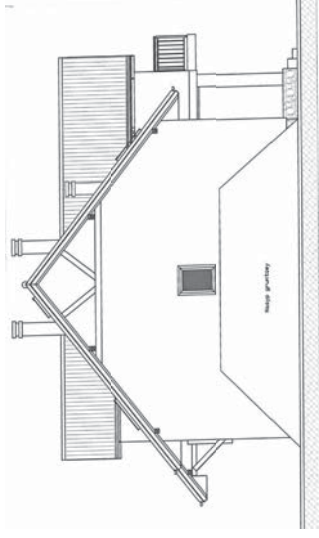
Fig. 1. Projection of building: a – projection of ground floor, b – projection of attic, c – projection of roof [Bartela 2011]

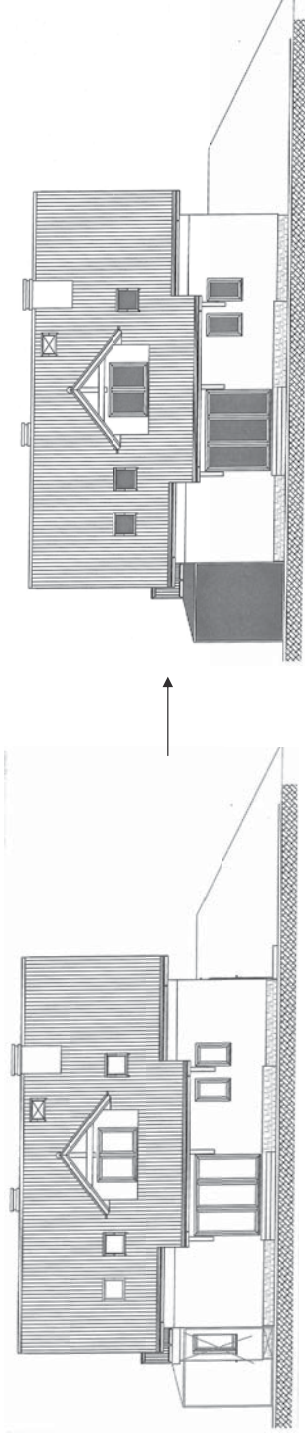


Rys. 2. Elewacja południowa [Bartela 2011]
Fig. 2. South elevation [Bartela 2011]

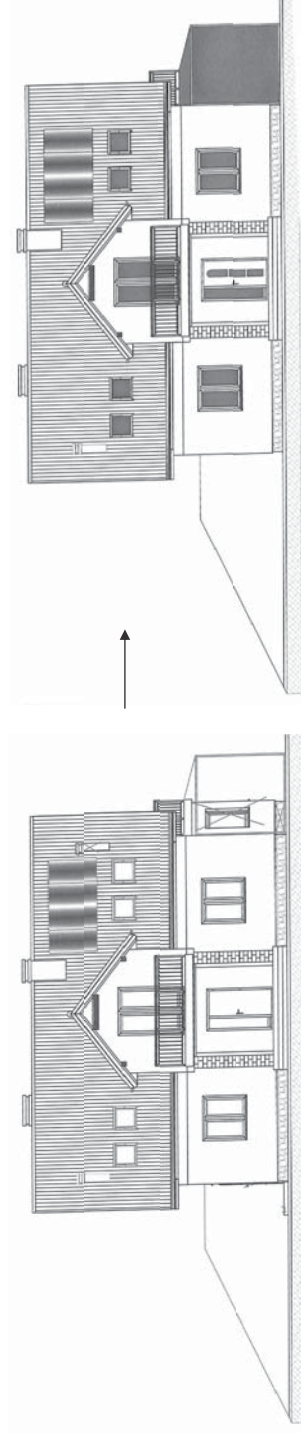


Rys. 3. Elewacja północna [Bartela 2011]
Fig. 3. North elevation [Bartela 2011]





Rys. 4. Elewacja wschodnia [Bartela 2011]
 Fig. 4. East elevation [Bartela 2011]



Rys. 5. Elewacja zachodnia [Bartela 2011]
 Fig. 5. West elevation [Bartela 2011]

Wyposażenie techniczne

Poza istotnymi rozwiązaniami słonecznej termomodernizacji, związanymi ściśle z inwencją architekta projektanta, wpływ na zmniejszenie energochłonności w budynkach ma również wyposażenie techniczne budynków, które stanowi uzupełnienie pasywnego sposobu pozyskiwania energii słonecznej. Dla budynku niskoenergochłonnego aktywne wyposażenie techniczne jest wspomagane odnawialnym źródłem energii, a jego zadaniem jest najczęściej podniesienie temperatury oraz transport i magazynowanie czynnika grzewczego otrzymanego w sposób pasywny przez energię promieniowania słonecznego. Tego typu wyposażenie techniczne wiąże się w większości przypadków z istotnymi nakładami inwestycyjnymi.

W projekcie architektonicznym słonecznej termomodernizacji zaproponowano dwa kolektory słoneczne płaskie o łącznej powierzchni 4,6 m².

Charakterystyka energetyczna budynku

Charakterystyka energetyczna obiektu budowlanego jest rodzajem charakterystyki jakościowej, opisującej wielkość zapotrzebowania na energię obiektu podczas jego eksploatacji zgodnej z przeznaczeniem. Rozporządzenie [2014] w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku, stanowiącej samodzielny budynek, oraz sporządzania i wzorców świadectw charakterystyki energetycznej, przedstawia charakterystykę z rocznym zapotrzebowaniem na niezbędną energię do: przygotowania ciepłej wody użytkowej, ogrzewania, wentylacji i chłodzenia powietrza (oświetlenia wnętrz – dodatkowo w obiektach użyteczności publicznej). W rozporządzeniu uwzględnia się krajowe warunki klimatyczne i ilość energii pierwotnej (EP) czerpanej z nieodnawialnych źródeł [Rozporządzenie 2014].

Projektowana charakterystyka energetyczna budynku wykazała, że słoneczna termomodernizacja wpłynęła w widoczny sposób na zmniejszenie zapotrzebowania na energię konieczną do zaspokojenia potrzeb wynikających z użytkowania budynku jednorodzinnego (rys. 6).

Budynek przed termomodernizacją:

$$EP = 153,87 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$

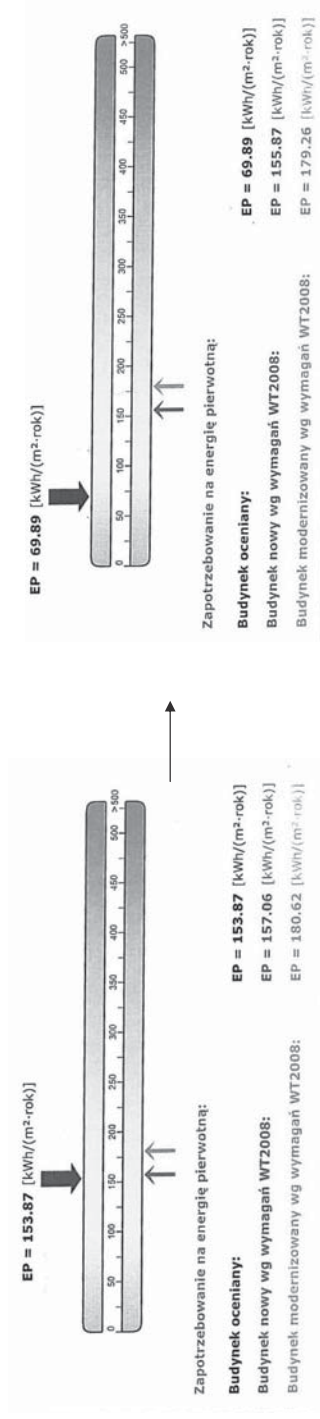
Budynek po termomodernizacji:

$$EP = 69,89 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$

Zysk termomodernizacyjny = 83,98 kWh/(m² · rok).

PODSUMOWANIE

W artykule starano się przede wszystkim wykazać, że zaproponowana w wybranym budynku jednorodzinnym słoneczna termomodernizacja przyczyniła się do obniżenia zużycia energii poprzez wykorzystanie aktywnych i pasywnych systemów słonecznego ogrzewania. W projekcie zastosowano optymalne rozwiązania wykorzystujące energię promieniowania słonecznego, związane z kształtem domu, układem pomieszczeń i powiązań funkcjonalnych, elementami struktury budynku, jego usytuowaniem na działce, z rozwiązaniem otoczenia oraz wyposażeniem technicznym.



Rys. 6. Obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną przed i po termomodernizacji [Bartela 2011]
 Fig. 6. Calculation demand on the primary non-renewable energy before and after thermal modernization [Bartela 2011]

Warto podkreślić, iż najkorzystniejszy efekt przynosi jednoczesne wykonanie wszystkich możliwych usprawnień termomodernizacyjnych. Jednak w większości przypadków ze względów ekonomicznych staje się to niemożliwe i wtedy wskazane jest wprowadzenie w pierwszej kolejności usprawnień najefektywniejszych. Usprawnienia te są najbardziej opłacalne, ponieważ przy ich wyraźnej skuteczności najszybciej się zwracają. Pozostałe zabiegi mogą być stopniowo wprowadzane w miarę dostępności środków finansowych inwestorów.

Dla budynków poddawanych słonecznej termomodernizacji, jak w przypadku każdej termomodernizacji, powinien być wykonywany audyt energetyczny określający zakres i parametry techniczne oraz ekonomiczne przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Istotne jest wskazanie optymalnego rozwiązania z jednoczesnym uwzględnieniem kosztów realizacji tego przedsięwzięcia oraz oszczędności energii, które stanowią jednocześnie założenia do projektu budowlanego [Rozporządzenie 2009].

PIŚMIENNICTWO

- Bartela, M. (2011). Słoneczna termomodernizacja na przykładzie rozwiązania projektowego. Praca magisterska. SGGW, Warszawa.
- Feist, W. (2006). Podstawy budownictwa pasywnego. Polski Instytut Budownictwa Pasywnego, Gdańsk.
- Fieducik, J., Godlewski, J. (2008): Potencjalne możliwości wykorzystania energii słonecznej w budownictwie. Materiały z II Konferencji Solina 2008 „Energia odnawialna, innowacyjne rozwiązania, materiały i technologie dla budownictwa”. Solina, 28–31.05. Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, 47, 115–122.
- Górecka, M. (2004). Architektura energooszczędnego domu mieszkalnego polskiej wsi w aspekcie zrównoważonego rozwoju. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Górecka, M. (2011). Kształtowanie architektoniczne niskoenergochłonnego domu wiejskiego. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Guzowski, M. (2010). Towards Zero Energy Architecture. New Solar Design. Laurence King Publishing, London.
- Laskowski, L. (2009). Leksykon podstaw budownictwa niskoenergochłonnego. Wydawnictwo Polcen, Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, Dz.U. 2009, nr 43, poz. 346.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 czerwca 2014 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej. Dz.U. 2014, poz. 888.

SOLAR THERMAL MODERNIZATION ON THE EXAMPLE OF ARCHITECTURAL DESIGN

Abstract. The paper explains a term of “solar thermal modernization” in the introduction, the term which bases mainly on acquiring and maximal utilization of the solar energy in active and passive systems. The proposal of its utilization in a single-family building was

presented, consisting in putting of the optimal solutions into an architectural design, the solutions connected to a house shape, layout of rooms and functional connections, elements of a building structure, its location on the plot with the solution of surroundings and technical equipment. Finally, there was proved that the energy demand diminishes thanks to the applied elements of the thermal modernization.

Key words: low energy consumption, active and passive systems of solar heating, energetic characteristics

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 20.06.2015

Cytowanie: Górecka, M. (2015). Słoneczna termomodernizacja na przykładzie projektu architektonicznego. *Acta Sci. Pol., Architectura*, 14 (2), 63–73.